EXPLORANDO A VIDA

UMA JORNADA PELAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 3

Organizadores:

José Weverton Almeida-Bezerra

Viviane Bezerra da Silva

Ano 2024

UMA JORNADA PELAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 3

Organizadores:
José Weverton Almeida-Bezerra
Viviane Bezerra da Silva

Ano 2024

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Explorando a vida: uma jornada pelas ciências biológicas 3

Diagramação: Thamires Camili Gayde
Correção: Jeniffer dos Santos
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: José Weverton Almeida-Bezerra
Viviane Bezerra da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E96 Explorando a vida: uma jornada pelas ciências biológicas 3 / Organizadores José Weverton Almeida-Bezerra, Viviane Bezerra da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2853-4
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.534240609

1. Ciências biológicas. I. Almeida-Bezerra, José Weverton (Organizador). II. Silva, Viviane Bezerra da (Organizadora). III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A busca pelo conhecimento científico tem avançado significativamente, especialmente em áreas que impactam diretamente a saúde, o meio ambiente e a educação. “Explorando a Vida: Uma Jornada pelas Ciências Biológicas 3” reúne uma série de estudos que aprofundam questões cruciais nas ciências biológicas, com foco em temas que impactam diretamente a saúde humana e o bem-estar. Este volume oferece uma abordagem multifacetada, integrando avanços científicos, práticas clínicas e perspectivas sociais.

Os capítulos deste livro abrangem temas que vão desde o estudo das microRNAs no câncer de mama triplo-negativo até a conservação de espécies arbóreas ameaçadas e o uso de plantas medicinais no tratamento de condições dermatológicas, como a acne. Cada capítulo apresenta uma contribuição única e relevante, refletindo a importância da pesquisa interdisciplinar.

No primeiro capítulo, a análise de microRNAs circulantes no plasma de pacientes com câncer de mama triplo-negativo revela novas perspectivas para o diagnóstico e prognóstico desta doença altamente agressiva, que representa um desafio significativo na oncologia moderna. Em seguida, o segundo capítulo explora a relação entre células e microbiota da cavidade oral em adolescentes, destacando a importância da higiene básica e do autocuidado para a saúde bucal e geral.

O terceiro capítulo investiga a ecologia da propagação de sementes, abordando as interações complexas entre as sementes e o ambiente, um tema crucial para a compreensão da biodiversidade e da conservação ecológica. Continuando no campo da conservação, o quarto capítulo se debruça sobre as espécies arbóreas ameaçadas na Terra Indígena Guarani M’biguaçu, ressaltando a importância deste território para a preservação da Mata Atlântica.

No quinto capítulo, é apresentado um guia visual e simplificado das estruturas secretoras externas de plantas, uma ferramenta educacional essencial para o ensino da botânica, especialmente em cursos de graduação e pós-graduação. O sexto capítulo revisita o uso tradicional da planta medicinal Schinus terebinthifolia (aroeira) no tratamento da acne, oferecendo uma visão crítica baseada em literatura científica contemporânea.

O sétimo capítulo avalia o Plano de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório Artificial da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, analisando a inclusão da biodiversidade em estudos de impacto ambiental e suas implicações para a gestão ambiental. Finalmente, o oitavo capítulo examina a eficácia dos extratos de sementes de *Coffea arabica L.* e *Persea americana Mill.* contra *Salmonella typhi*, confirmando seu potencial antibacteriano em um estudo realizado na Cidade Universitária de Perayoc, UNSAAC.

Este livro, portanto, não apenas destaca a importância do conhecimento científico em diferentes áreas, mas também enfatiza a necessidade de uma abordagem integrada e multidisciplinar para enfrentar os desafios contemporâneos.

José Weverton Almeida-Bezerra
Viviane Bezerra da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS DE microRNAS CIRCULANTES EN PLASMA DE PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA TRIPLE NEGATIVO

Data de aceite: 02/09/2024

Martha Eugenia Ruiz Tachiquín
Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, Ciudad de México, México
ORCID: 0000-0003-3407-1467

Hilda Alicia Valdez Salazar
Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Infecciosas y Parasitarias, Ciudad de México, México
ORCID: 0000-0002-0161-4376

Violeta Larios Serrato
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Bioquímica,Ciudad de México, México
ORCID: 0000-0003-0052-4376

Brian Alexander Cruz Ramírez
Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, Ciudad de México, México
ORCID: 0000-0001-6876-1330

Irma Dávila Jaramillo
Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, Ciudad de México, México
ORCID: 0000-0002-0986-8725

RESUMEN: El cáncer de mama (CaMa) es un conjunto de enfermedades genéticas con un alto grado de complejidad molecular y celular causantes del tumor maligno que más afecta a las mujeres en el mundo. A pesar de las medidas de salud que se llevan a cabo para combatirlo, la incidencia y mortalidad de esta neoplasia continúan en aumento. El cáncer de mama triple negativo (CMTN) es un subtipo molecular heterogéneo de CaMa, que se caracteriza por ser negativo a receptores de estrógeno (ER), progesterona (PR) y factor de crecimiento epidérmico humano (HER2). Éste representa aproximadamente el 15% de casos de CaMa a nivel global y muestra comportamientos agresivos con opciones terapéuticas limitadas y pobre pronóstico. Por lo que, se llevan a cabo investigaciones para encontrar marcadores de diagnóstico y pronóstico oportunos y precisos. La aparición de los microRNA (miRNA) ha propiciado nuevos acercamientos para entender la biología del cáncer. Los miRNA son moléculas pequeñas de RNA no codificante, capaces de regular a los RNA mensajeros (mRNA), que además de estar presentes en tejidos, se encuentran en fluidos corporales como la sangre. Una serie de estudios ha demostrado que,

los miRNA participan en la regulación de la carcinogénesis, es decir, en la formación de tumores y procesos de progresión del cáncer como lo son la metástasis, la proliferación y la diferenciación celular, entre otros.
PALABRAS CLAVES: cáncer de mama, cáncer de mama triple negativo, microRNAs, RNA, RNA no codificante.

ANALYSIS OF CIRCULATING microRNAS IN PLASMA OF CANCER PATIENTS WITH TRIPLE NEGATIVE BREAST CANCER

ABSTRACT: Breast cancer (BC) is a group of genetic disorders characterized by a high level of molecular and cellular complexity that causes malignant tumors, affecting the majority of women in the world. Despite the health measures taken to control it, the incidence and mortality of this malignancy are still on the rise. Triple-negative breast cancer (TNBC) is a heterogeneous molecular subtype of breast cancer that is characterized by being negative for estrogen receptor (ER), progesterone receptor (PR), and human epidermal growth factor (HER2). It represents about 15% of BC worldwide and shows aggressive patterns with limited therapeutic options and a poor prognosis. For this reason, research is being carried out to find early and accurate diagnostic and prognostic markers. The discovery of microRNAs (miRNAs) has led to new approaches to understanding cancer biology. miRNAs are stable molecules capable of controlling messenger RNAs (mRNAs), which, besides being present in tissues, are also found in body fluids such as blood. A series of studies have shown that miRNAs regulate of carcinogenesis, which means tumors formation and cancer progression mechanisms such as metastasis, among others.
KEYWORDS: breast cancer, triple negative breast cancer, microRNAs, RNA, non-coding RNA

INTRODUCCIÓN

Cáncer

El cáncer es el resultado de un complejo proceso que inicia con la acumulación de alteraciones moleculares y celulares, las que generan pérdida de la homeostasis y propician su progresión. Los cambios genómicos darán origen a la proliferación de células cancerosas, invasión y metástasis. En el cáncer se ven afectadas muchas vías de señalización y metabólicas en las que intervienen genes codificantes y secuencias no codificantes (Visone & Croce, 2009). Los cambios genéticos que causan cáncer pueden tener un origen diverso, por ejemplo, se pueden heredar de los padres, producirse como resultado de errores biológicos que ocurren en la división celular o por el daño al DNA causado por exposiciones ambientales como sustancias químicas por ejemplo, el humo de tabaco, la radiación ultravioleta, entre otros.

Cáncer de mama

En el mundo, cada año se producen 666,103 defunciones por CaMa, siendo entre los tumores malignos, la principal causa de muerte en las mujeres (Globocan, 2022; consultado 24 de julio 2024). También, esta tendencia se observa en nuestro país, en 2022 se registraron 847,716 defunciones: 89,574 fueron causadas por tumores malignos, y de éstas 7,888 fueron por CaMa.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2020 reportó con base a la edad, que el 13% de las mujeres que mueren por CaMa tienen entre 30 a 44 años y más de la tercera parte (38%) están en un rango entre 45 a 59 años; la mayoría (48%) fallece después de los 59 años. A nivel nacional, la tasa de mortalidad por CaMa es de 17.19 defunciones por cada 100,000 mujeres de 20 años de edad o más. Las entidades con las menores tasas (de 9.29 a 13.64) son Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Yucatán, Campeche, Colima, Guerrero, Morelos, Hidalgo, Tabasco. En el siguiente estrato (de 13.65 a 18) se encuentran Tlaxcala, Puebla, el Estado de México, San Luis Potosí, Veracruz, Michoacán, Guanajuato, Durango y Zacatecas; le sigue el estrato de 18.01 a 22.35: Querétaro, Coahuila, Sinaloa, Sonora, Jalisco, Nuevo León, Aguascalientes, Tamaulipas y Nayarit. Las mayores tasas (de 22.36 a 26.71) se encuentran en Chihuahua, Ciudad de México, Baja California y Baja California Sur. Así, México se ubica en un nivel intermedio, en lo que se refiere a tasas de incidencia comparadas con las globales. Como ilustran los datos descritos anteriormente, el CaMa es un problema de salud cada vez más preocupante, por la tendencia ascendente en su incidencia y mortalidad, condicionadas por el envejecimiento de la población, el aumento en la prevalencia de los factores de riesgo y la falta de un programa nacional de detección oportuna y tratamiento integral (Consultado en línea en noviembre del 2020 desde el enlace https://www.gob.mx/salud/cnegsr del Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva, 2016).

A continuación, se presentan un conjunto de figuras publicadas por el *Global Cancer Observatory* (Globocan) en donde se representa gráficamente la incidencia y mortalidad de distintos tipos de cáncer, destacando al CaMa en la figura 1 como el cáncer con mayor incidencia en México y a su vez, como uno de los de mayor incidencia a nivel mundial.
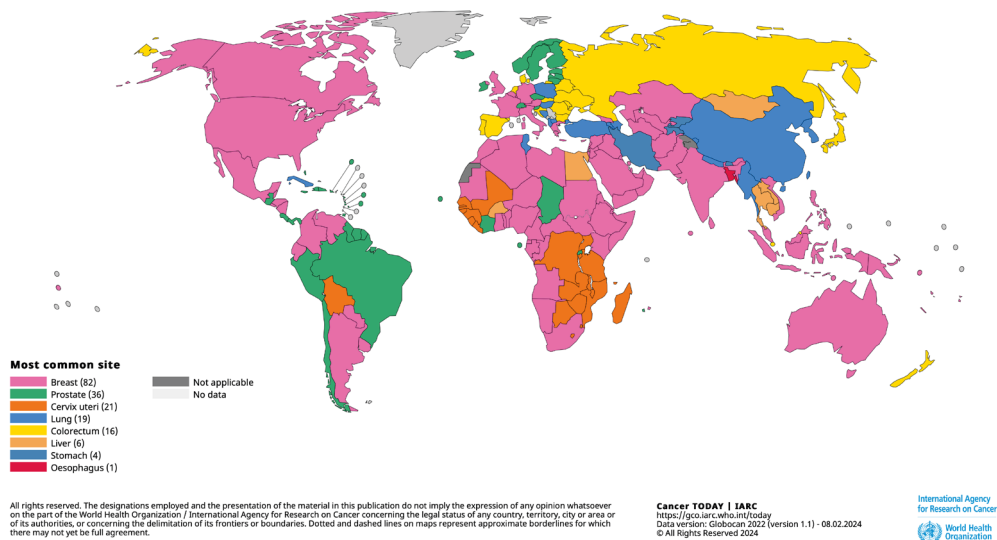
Figura 1. Cánceres de mayor incidencia por país a nivel mundial. CaMa representado por el color rosa, número estimado de nuevos casos en 2022, ambos sexos, todas las edades. Globocan 2022.

Dicho valor coincide en la figura 2 en donde se destaca al CaMa como el cáncer de mayor incidencia en mujeres a nivel Latinoamérica.

Population	Most common
Argentina	Breast
Bahamas	Breast
Barbados	Breast
Bolivia	Cervix uteri
Brazil	Breast
Belize	Breast
Chile	Breast
Colombia	Breast
Costa Rica	Breast
Cuba	Breast
Dominican Republic	Breast
Ecuador	Breast
El Salvador	Breast
French Guyana	Breast
France, Guadeloupe	Breast
Guatemala	Breast
Guyana	Breast
Haiti	Breast
Honduras	Breast
Jamaica	Breast
France, Martinique	Breast
Mexico	Breast
Nicaragua	Breast
Panama	Breast
Paraguay	Breast
Peru	Breast
Puerto Rico	Breast
Saint Lucia	Breast

Population	Most common
Suriname	Breast
Trinidad and Tobago	Breast
Uruguay	Breast
Venezuela	Breast

Figura 2. Cánceres de mayor incidencia por país en Latinoamérica. CaMa representado por el color rosa, número estimado de nuevos casos en 2022, mujeres, todas las edades. Globocan 2022.

En cuanto a mortalidad se refiere, se aprecia en la figura 3 que a nivel global el cáncer de pulmón es el tipo de cáncer con mayor tasa de mortalidad en diversos países..

Most common site per country, Absolute numbers, Mortality, Both sexes, in 2022
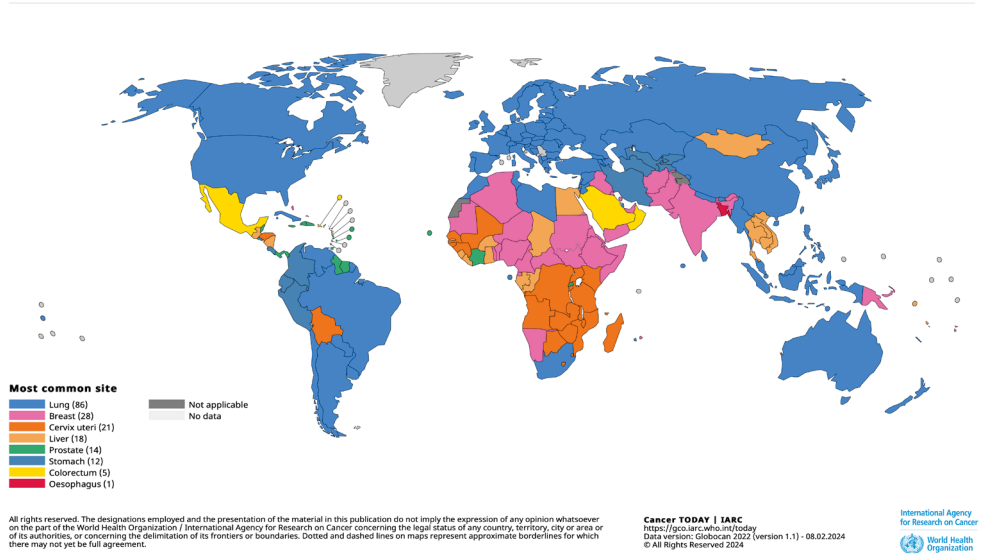
Figura 3. Número estimado de muertes por cáncer en 2022 a nivel mundial, ambos sexos, todas las edades. El cáncer de pulmón el de mayor número de muertes. Globocan 2022.

Abordando ahora el índice de mortalidad de diversos tipos de cáncer en pacientes femeninos a nivel Latinoamérica, se observa en la figura 4 que en gran parte del territorio latinoamericano las defunciones por CaMa son las más numerosas.

Most common site per country, Absolute numbers, Mortality, Females, in 2022

Population	Most common
Argentina	Breast
Bahamas	Breast
Barbados	Breast
Bolivia	Cervix uteri
Brazil	Breast
Belize	Cervix uteri
Chile	Breast
Colombia	Breast
Costa Rica	Breast
Cuba	Lung
Dominican Republic	Breast
Ecuador	Breast
El Salvador	Cervix uteri
French Guyana	Breast
France, Guadeloupe	Breast
Guatemala	Liver
Guyana	Breast
Haiti	Breast
Honduras	Cervix uteri
Jamaica	Breast
France, Martinique	Breast
Mexico	Breast
Nicaragua	Breast
Panama	Breast
Paraguay	Breast
Peru	Cervix uteri
Puerto Rico	Breast
Saint Lucia	Breast
Suriname	Breast
Trinidad and Tobago	Breast
Uruguay	Breast
Venezuela	Breast

Figura 4. Número estimado de muertes por cáncer en 2022 por país en Latinoamérica. CaMa representado por el color rosa, Mujeres, todas las edades. Globocan 2022.

Dicho comportamiento indica una tendencia al aumento a futuro en cuanto a incidencia de casos y, en consecuencia, a la mortalidad, lo cual se observa en la figura 5.
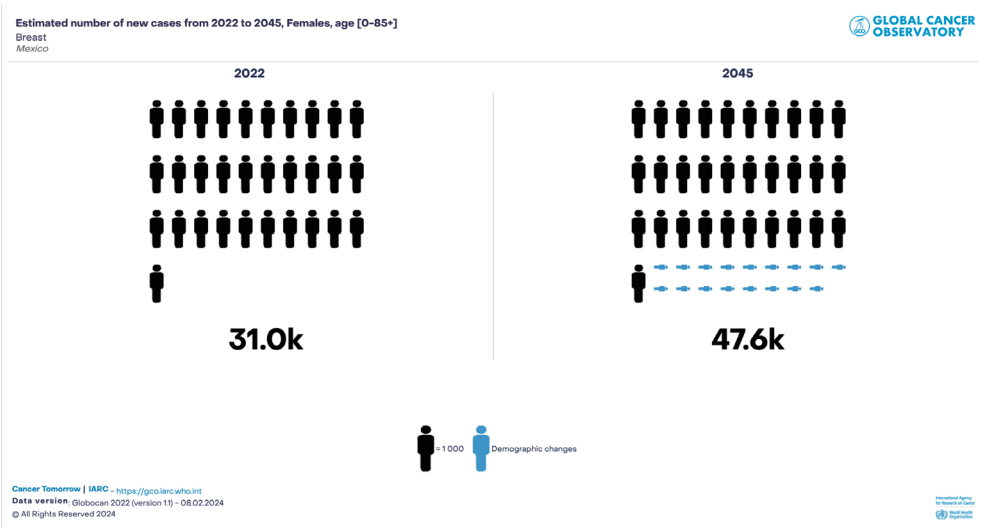
Figura 5. Número estimado de nuevos casos de CaMa en México para el año 2045. Mujeres, todas las edades. Globocan 2022.

El CaMa presenta al menos cuatro subtipos moleculares bien definidos: luminal A y luminal B que corresponden a fenotipos positivos a receptores hormonales, los tumores positivos al gen HER2 y triple negativos (Perou et al., 2000). El 65% de los tumores de mama tienen fenotipo luminal, es decir, son HER2 negativos con receptor hormonal positivo; el 18-20% tiene sobreexpresión del receptor HER2 y el 15% restante son tumores del tipo triple negativo (HER2 negativo con receptores hormonales negativos). La identificación y clasificación de estos receptores es fundamental para predecir el riesgo y determinar la estrategia de tratamiento (Martín Miguel et al., 2015).

Marcadores de cáncer

Los marcadores de tumores son sustancias producidas por las células cancerosas o por otras células del cuerpo como respuesta al cáncer o a ciertas afecciones benignas (no cancerosas). La mayoría de los marcadores de tumores son producidos tanto por las células normales como por las células cancerosas, pero, se producen en concentraciones diferentes. Estas sustancias pueden encontrarse en la sangre, orina, materia fecal, tejido tumoral o en otros tejidos o líquidos del cuerpo de algunos pacientes con cáncer. La mayoría de los marcadores de tumores son proteínas (Bigbee W et al., 2003).

Se han caracterizado diferentes marcadores de tumores de uso en la clínica, algunos de los marcadores más relevantes en CaMa son:

- El antígeno carcinoembrionario (CEA) cuya utilidad permite verificar la respuesta al tratamiento y monitorizar la reincidencia.
- Los receptores hormonales, cuya expresión en el tumor permite clasificar la neoplasia, éstos son determinados por ensayos inmunohistoquímicos.
- El receptor del factor de crecimiento epidérmico (*EGFR* por sus siglás en inglés) marcador que está relacionado inversamente con el estado de los receptores de estrógeno y progesterona; aquellos tumores que son *EGFR* positivos tienen una respuesta disminuida a la terapia hormonal.
- La catepsina D, la cual es una proteasa lisosomal que se sobreexpresa en algunos tumores de mama, tiene actividad mitogénica y en un ambiente ácido ocasiona proteólisis de membranas basales, por lo que, se ha postulado que favorece la invasión y el desarrollo de metástasis.
- El receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano (*HER2* por sus siglás en inglés), son genes comprometidos con el crecimiento y la proliferación celular. El producto de estos genes es un receptor glicoproteíco transmembranal, cuyas formas mutadas promueven la transformación neoplásica de las células, transmitiendo señales de crecimiento desde la membrana al núcleo y aumentando la división celular.

Recientemente, los patrones de los niveles de expresión de los genes y los cambios de DNA han empezado a usarse como marcadores de tumores, así, ensayos de arreglos son herramientas para pronosticar riesgo y recurrencia. Se presentan algunos ejemplos en la Tabla 1.

Prueba	Fundamento	Objetivo	Aproba-ción

Índice de cáncer de mama	Siete genes para ayudar a pronosticar el riesgo de que el cáncer de mama positivo para receptor de hormonas con ganglios negativos regrese en 5 o 10 años después del diagnóstico.	Ayudar a las mujeres y a sus médicos a decidir si sería beneficioso o no extender la hormonoterapia por 5 años más (un total de 10 años de hormonoterapia).	No aprobada por la FDA
EndoPredict	Analiza 12 genes para calcular su nivel de actividad y luego combina la puntuación de riesgo con el tamaño y el estado ganglionar del cáncer para calcular una puntuación EPclin que lo categorice como un cáncer con alto o bajo riesgo de recurrencia a distancia.	Se utiliza para pronosticar el riesgo de recurrencia a distancia del cáncer de mama positivo para receptor de hormonas, negativo para HER2 y en estadio temprano, ya sea con ganglios linfáticos negativos o con hasta tres ganglios linfáticos positivos.	No aprobada por la FDA
MammaPrint	Analiza un grupo de 70 genes para calcular una puntuación de recurrencia que se expresa en términos de bajo riesgo o alto riesgo.	Investigaciones sugieren que, eventualmente, la prueba MammaPrint podría ser usada de forma masiva para ayudar a tomar decisiones sobre los tratamientos basadas en el riesgo de recurrencia de una enfermedad con receptores de hormonas positivos o negativos en estadio temprano.	-
Mammostrat	Cinco genes en las células del cáncer de mama. Estas mediciones se utilizan para calcular la puntuación del índice de riesgo. Se asigna a las pacientes una categoría de riesgo (alto, moderado o bajo) en función de su puntuación en el índice de riesgo.	Investigaciones sugieren que, eventualmente, la prueba Mammostrat podría ser usada de forma masiva para ayudar a tomar decisiones relacionadas con el tratamiento basadas en el riesgo de recurrencia de una enfermedad con receptores de hormonas positivos en estadio temprano.	--
Oncotype DX	12 genes y después calcula el riesgo de recurrencia de una mujer de desarrollar CDIS (carcinoma ductal in situ) o el riesgo de desarrollar un nuevo cáncer invasivo en la misma mama, así como la probabilidad de que la paciente pueda beneficiarse de la terapia de radiación después de la cirugía de CDIS. 21 genes y después calcula una puntuación de recurrencia de entre 0 y 100; a mayor puntuación, mayor es el riesgo de recurrencia de un cáncer de mama invasivo.	Se utiliza para estimar el riesgo de una mujer de recurrencia del cáncer de mama con receptores de hormonas positivos en estadio temprano, así como la probabilidad de que la paciente pueda beneficiarse de la quimioterapia después de la cirugía de cáncer de mama.	-
Prosigna	Analiza la actividad de 58 genes y calcula la puntuación de riesgo de recurrencia (bajo, intermedio, alto).	Tomar decisiones sobre los tratamientos basadas en el riesgo de recurrencia a distancia, para mujeres posmenopáusicas dentro de los 10 años desde el diagnóstico de la enfermedad con receptores de hormonas positivos en estadio temprano, con hasta tres ganglios linfáticos positivos, después de 5 años de tratamiento con hormonoterapia.	-

Tabla 1. Pruebas genómicas tumorales.

Información obtenida de Breastcancer.org, a partir del enlace https://www.breastcancer.org/es/sintomas/diagnostico/pruebas_genomicas, información consultada el mes de julio del 2021.

Factores de riesgo

Actualmente, se han identificado factores de riesgo que aumenten la probabilidad del desarrollo del CaMa, como la obesidad y el sedentarismo, la genética, la edad, la raza, la menarca temprana, la nuliparidad, la lactancia, la menopausia tardía o muy temprana, entre otros (Morrillo M., et al, 2000).

Mutaciones

Los individuos con mutaciones en ciertos genes tienen un mayor riesgo de padecer cáncer. Una historia familiar con casos de CaMa es un indicativo de predisposición genética y es un factor determinante de un mayor riesgo para desarrollar cáncer. Entre los genes asociados a mutaciones relacionadas a cáncer encontramos al gen *BRCA1*, localizado en el cromosoma 17q21 (Miki et al., 1994) y al gen *BRCA2*, localizado en el cromosoma 13q12 (Wooster et al., 1994). La penetrancia de las mutaciones en los genes *BRCA1* y *BRCA2* de individuos portadores que manifiestan la enfermedad es incompleta; esto quiere decir que, tener mutaciones en estos genes no asegura padecer cáncer, pero, aumenta la susceptibilidad y la probabilidad de riesgo. El cálculo de los riesgos asociados a los genes *BRCA1* y *BRCA2* es de extrema importancia para tomar decisiones clínicas posteriores (Díez et al., 2006; Wooster et al., 1994).

Las mutaciones en los genes *BRCA1* y *BRCA2* se asocian a la mitad de los casos de CaMa hereditarios pero, otros podrían deberse a otros genes de alta penetrancia o a múltiples genes de penetrancia menor que actúan conjuntamente (Antoniou et al., 2002).

La predisposición al CaMa asociada al gen *ATM* ha sido descrita (Marabelli et al., 2016), debido a la frecuencia estimada de los heterocigotos en la población general, sus mutaciones podrían asociarse al 5% de los casos de CaMa. Por otra parte, se ha observado que la mutación *1100delC* del gen *CHEK2* actúa como un alelo de susceptibilidad al CaMa (Díez *et al*., 2006). Existen estudios que han identificado mutaciones en oncogenes como *AKT2, ARID1B, CASP8, CDKN1B, MAP3K1, MAP3K13, NCOR1, SMARCD1* y *TBX3*. En un estudio de 100 tumores, se encontraron mutaciones en al menos 40 genes asociados al cáncer y 73 combinaciones diferentes de genes mutados. Los resultados ponen de manifiesto la importante diversidad genética que subyace a esta enfermedad (Stephens et al., 2012).

Clasificación molecular del CaMa

En el año 2000 se analizaron 65 muestras de 42 pacientes con diferentes tumores de mama, mediante la utilización de microarreglos de DNA. Los patrones de expresión génica que se determinaron, permitieron clasificar a los tumores en cuatro subtipos moleculares, estableciéndose las bases para mejorar la taxonomía molecular del CaMa (Schnitt, 2010). Se determinaron cuatro subtipos moleculares: luminal A, luminal B, HER2, *basal-like*. Recientemente, se definió un quinto subtipo denominado *normal-like* (Márquez, 2012). Se ha demostrado que, hay una correlación entre los subtipos moleculares y la evolución clínica de las pacientes, es decir, la respuesta al tratamiento, la resistencia a la quimioterapia, el fenotipo, el pronóstico y la probabilidad de sobrevivencia. Se ha observado que los subtipos luminales y *normal-like* tienen un pronóstico de intermedio a bueno, mientras que el subtipo *basal-like* presenta un pronóstico desfavorable (Tabla 1). Por lo tanto, los subtipos moleculares pueden ser utilizados para elegir el mejor tratamiento del CaMa (Kao et al., 2011).

Subtipo molecular	Perfil inmunohistoquímico	Grado	Resultado al tratamiento	Prevalencia (%)
Luminal A	ER+, PR+, HER-2-, Ki67-	I/II	Bueno	23.7
Luminal B	ER+, PR+, HER-2-, Ki67+ ER+, PR+, HER-2-, Ki67+ ER+, PR+, HER-2+, Ki67+	II/III	Intermedio/ Pobre	38.8
HER2	ER-, PR-, HER-2+	II/III	Pobre	14
Basal-*like*	ER-, PR-, HER-2-	III	Pobre	11.2
Normal-*like*	ER+, PR+, HER-2-, Ki67-	I/II/III	Intermedio	12.3

Tabla 2. Características de los subtipos moleculares de cáncer de mama.

ER: receptor de estrógeno; PR: receptor de progesteron

Discentes do curso de Medicina

HER2: receptor del factor de crecimiento epidérmico humano-2: Ki67: antígeno monoclonal KI-67.(Dai et al., 2015; Howell et al., 2009; Goldhirsch et al., 2011).

Cáncer de mama triple negativo

El cáncer de mama triple negativo (CMTN) es diferente de los tres tipos más comunes de CaMa, se trata de un cáncer difícil de tratar y agresivo. Para comprender de mejor manera qué es el CMTN, es necesario revisar los otros tipos de CaMa:

- Receptor de estrógeno positivo. Si las células cancerígenas son positivas a receptores de estrógeno, se denominan receptor de estrógeno positivo o RE+.
- Receptor de progesterona positivo. Si las células cancerígenas son positivas a receptores de progesterona, se denominan receptor de progesterona positivo o RP+.

Las personas que desarrollan uno de estos tipos de cáncer, tienen disponible opciones de terapia hormonal, entre las que encontramos tratamientos con tamoxifeno, inhibidores de la aromatasa, terapias de estrógenos, terapias de estrógeno-progesterona, entre otras (Nekhlyudov et al., 2011) (Reeves et al., 2006).

Receptor 2 del factor de crecimiento epidérmico humano positivo (*HER2*). De forma similar a los CaMa receptores hormonales positivos, el CaMa-*HER2* puede tratarse con diferentes terapias dirigidas al receptor HER2 como la aplicación de taxanos, capecitabina, anticuerpo monoclonal Pertuzumab, lapatinib y más (Jitariu et al., 2017) (Pernas & Tolaney, 2019).

El CMTN es un CaMa negativo a receptores hormonales y HER2. También, es la forma más rara y agresiva, la cual cuenta con pocas opciones terapéuticas como quimioterapia neoadyuvante, anticuerpos monoclonales anti-VEGF/VEGFR, inhibidores de PARP, combinaciones de paclitaxel con bevacizumab y más. (Liedtke et al., 2008) (Crown et al., 2012) (Lee & Djamgoz, 2018).

microRNAs

Los microRNAs (miRNAs) son secuencias pequeñas (18-22 nucleótidos) de RNA no codificante (Lee et al., 1993). En el año 2001, se demostró que los RNAs pequeños participan en procesos importantes de regulación génica de múltiples organismos incluyendo vertebrados y humanos (Lagos-Quintana et al., 2001). Los diferentes tipos de RNAs pequeños en los eucariontes silencian genes y transcritos, que no se requieren en la célula en determinado momento. De los RNAs pequeños, los miRNAs son los más abundantes (Ameres & Zamore, 2013; Lagos-Quintana et al., 2001). La vía canónica de la biogénesis de los miRNAs se describe en la figura 6.
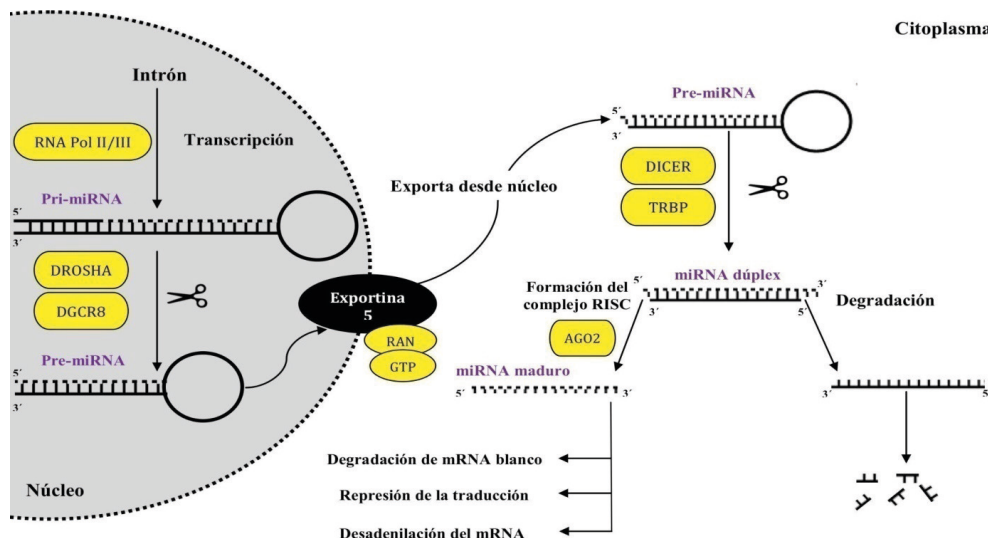
Figura 6. Biogénesis de los microRNAs. Se inicia con la producción de un transcrito primario de microRNA (pri-miRNA) por la RNA polimerasa II o III, posteriormente el pri-miRNA es procesado por el complejo Drosha-DGCR8. El resultado es un segundo precursor de microRNA (pre-miRNA), que se exporta desde el núcleo al citoplasma con ayuda del complejo Exportina 5-RAN-GTP. En el citoplasma, la RNAsa DICER en conjunto con la proteína TRBP rompen al pre-miRNA dejándolo al tamaño de su forma madura. La hebra funcional del microRNA entra entonces al complejo silenciador inducido por RNA (RISC) en donde se asocia con la proteína Argonauta (AGO-2), la cual da como resultado final un miRNA funcional, posteriormente esta misma proteína se encarga de detener la traducción cuando su hibridación es parcial o por el contrario para degradar al RNAm blanco cuando su hibridación con el miRNA es total. Figura hecha por Brian A. Cruz Ramírez.

Los miRNAs han sido ampliamente estudiados desde su descubrimiento, a continuación, se presenta en la figura 7 una breve línea del tiempo que muestra la evolución de nuestro conocimiento y aplicación clínica.
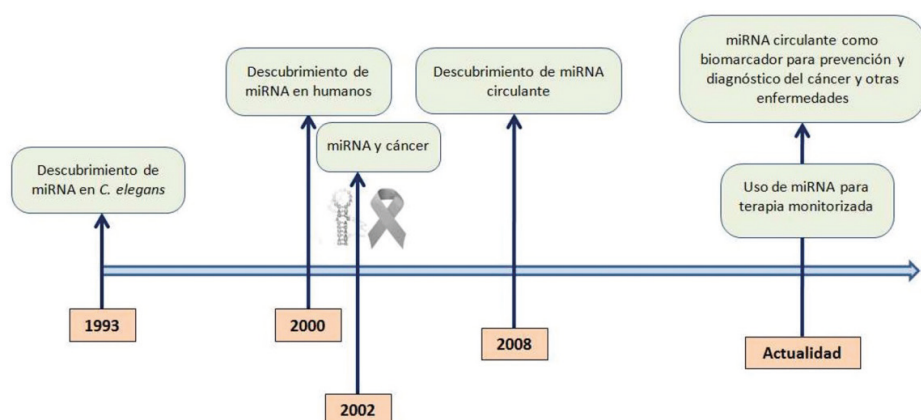
Figura 7. Línea del tiempo del estudio de los microRNAs. En esta figura se muestra el avance del conocimiento científico que se tiene de los microRNAs desde su descubrimiento en el nemátodo *C. elegans* durante el año 1993 hasta la actualidad (Bitesize Bio., 2016).

microRNAs circulantes

Se ha demostrado que los miRNAs no sólo se encuentran dentro de las células; también, estas moléculas se liberan fuera de las células y pueden encontrarse en varios fluidos corporales y se denominan miRNAs circulantes (c-miRNAs) (Zhang et al., 2007). Los c-miRNAs desempeñan un papel importante en la comunicación intercelular, así como, en los procesos fisiológicos y patológicos. Los mecanismos de transporte y liberación de los c-miRNAs implican la unión a proteínas y/o la encapsulación en vesículas de lipoproteínas, que los protegen de la degradación enzimática (Cortez et al., 2011).

El descubrimiento de miRNAs como nuevos marcadores en suero o plasma (**biopsia líquida**) representa un nuevo enfoque para un posible diagnóstico o pronóstico del cáncer, a partir de muestras de sangre. Dado que los enfoques actuales para el diagnóstico del cáncer son invasivos (toma de biopsia de tejido) y no garantizan la detección del cáncer en sus primeras etapas (Kosaka et al., 2010), es importante entender las características de los c-miRNAs y su posible utilidad enfocándose a la detección del cáncer de una forma menos invasiva y oportuna.

microRNAs en CaMa y su utilidad como posibles marcadores

En la mayoría de los cánceres humanos, entre ellos el CaMa, se ha comprobado que los miRNAs están desregulados. Algunos están sobrexpresados y otros subexpresados en los tejidos tumorales de CaMa *versus* tejido no canceroso, lo que sugiere que pueden actuar como supresores de tumores o como oncogenes (Iorio et al., 2005).

En 2005, se demostró que la expresión global de los miRNAs en tejidos de CaMa tenía un patrón diferencial *versus* tejidos no cancerosos con el uso de microarreglos y análisis por *Northern-blot (*Iorio *et al., 2005)*. Así, el miR-21 se ha propuesto como un biomarcador de CaMa, ya que correlaciona con estadios avanzados del tumor, metástasis a ganglios linfáticos y bajas probabilidades de sobrevivencia (W. Wang & Luo, 2015) (Asaga et al., 2011), por mencionar un ejemplo contundente.

En cuanto a los subtipos moleculares del CaMa, se ha encontrado que los niveles de la expresión de los miRNAs son diferentes en cada uno de ellos pero, no hay un perfil-consenso o uniforme, es decir, hay resultados diversos, contradictorios o similares en diferentes tipos de cáncer (Zhao et al., 2010). Por lo que, la identificación de miRNAs relevantes en el área clínica debe determinarse cuidadosa y meticulosamente. Es necesaria la estandarización de técnicas utilizadas en el análisis de los niveles de la expresión de los miRNAs con las debidas consideraciones en cuanto al tipo de tejido, número de muestras, condiciones experimentales, sensibilidad y especificidad de la prueba, etc. (Hamam et al., 2016). A continuación, se observan en la figura 8 diversos miRNAs cuya asociación a los *Hallmarks* del CaMa se ha descrito y reportado, tanto de manera experimental como por predicciones *in silico*.
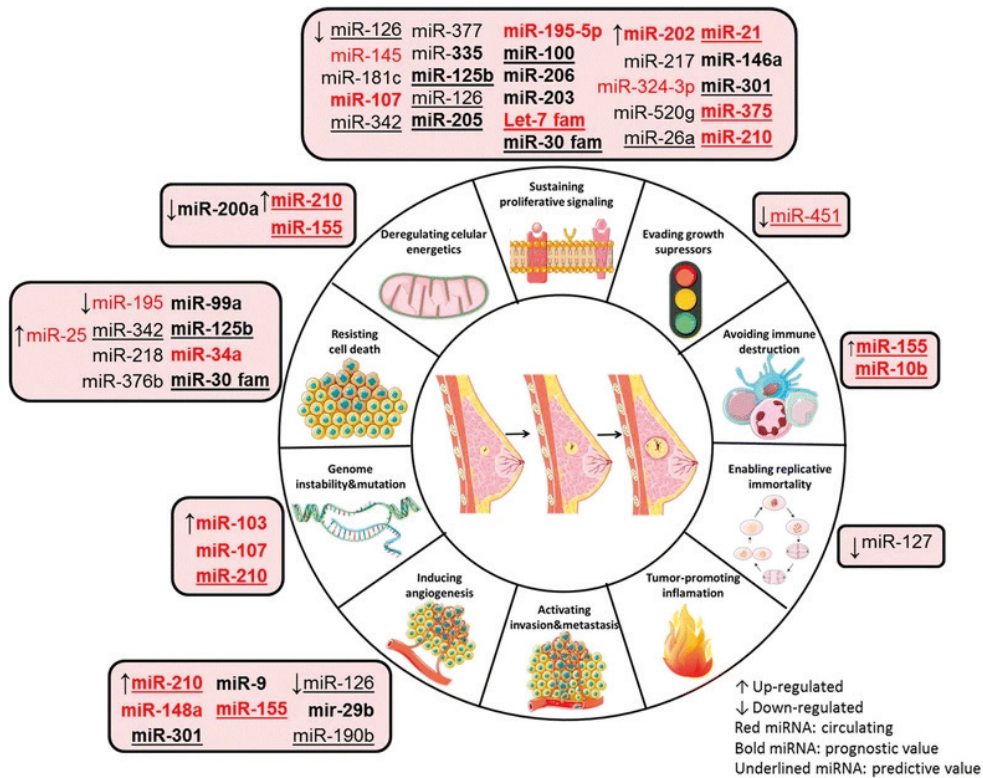
Figura 8. microRNAs reguladores clave de los *Hallmarks* distintivos del CaMa. ↑: expresión a la alta de miRNAs, ↓: expresión a la baja de miRNAs. Agrupados según su función en los *Hallmarks* del CaMa con letras rojas: miRNAs circulantes, letras en negritas: miRNAs no circulantes con valor pronóstico, letras subrayadas: miRNAs predichos (Amorim et al., 2016).

miRNAs y CMTN

Debido a la heterogeneidad a nivel molecular, patológico y clínico del CMTN, diversos estudios han llevado a cabo búsquedas de miRNAs directamente implicados en este subtipo de CaMa, para estratificar u obtener información que pueda brindar una mejor dirección en cuanto a un posible tratamiento, diagnóstico y/o pronóstico. Se han identificado firmas de miRNAs cuyos valores de expresión se reportaron claramente diferenciados de personas sanas, entre estos: miR-16, miR-1,55, miR-125b, miR-374a, miR-16, miR-374a, miR-374b, miR-421, miR-655 y miR-497, dichos miRNAs están asociados a un pronóstico pobre y en general poco favorable (Cascione et al., 2013). También, se ha reportado a miR-9 como regulador del mRNA del gen *CDH1*, lo que conduce a regulación a la baja de la expresión de Caderina-E, lo que promueve la invasión y la metástasis de las células tumorales, este mismo estudio reportó a miR-155 participando en la transición epitelio mesénquima (TEM) inducida por el TGF-β, promoviendo así la migración y la invasión de las células (Jang et al., 2017). Por otro lado, se observó a miR-18b, miR-103, miR-107 y miR-652 asociados a la reaparición del tumor (Kleivi Sahlberg et al., 2015), dichos miRNAs presentan una gran oportunidad para poder evaluar la recidiva del CMTN una vez se haya completado el tratamiento del paciente.

Ciertos miRNAs relacionados al CMTN, se han asociado directamente a la respuesta inmune del organismo, como miR-195 y miR-155, los cuales son c-miRNAs cuya interacción con la proteína 1 de muerte programada (PD-1) se ha predicho como un blanco potencial, y se ha reportado que participan en la regulación del ligando 1 de muerte programada (PD-L1) (Piña-Sánchez et al., 2020). Es necesario el análisis de los niveles de expresión de estos miRNAs con mayor detalle, porque es de suma importancia el poder demostrar experimental y clínicamente su papel como marcadores diagnósticos, pronósticos y de respuesta a tratamiento, así como su potencial predictivo no invasivo.

A finales del año 2020 había 7.8 millones de mujeres vivas a las que se les había diagnosticado CaMa en los últimos cinco años, lo que lo convierte en el cáncer más prevalente del mundo. Se trata del cáncer más mortal en las mujeres a nivel global, teniendo incluso un mayor índice de mortalidad en países en vías de desarrollo, debido al menor acceso a servicios de atención médica especializados. A pesar de los avances en el conocimiento de esta neoplasia, en México la mayoría de los diagnósticos se realizan en etapas avanzadas donde hay pocas opciones de tratamiento, especialmente en CMTN. Con base a lo anterior, es de suma importancia sentar una base biológica sólida que permita encaminarnos a modelos de diagnóstico y pronóstico novedosos y menos invasivos (**biopsia líquida** *vs.* tejido) que permitan una detección temprana del CaMa en general y nos ayuden a conocer la biología del tumoral.

REFERENCIAS

Visone, R., & Croce, C. M. (2009). MiRNAs and cancer. *The American Journal of Pathology*, *174*(4), 1131–1138.

Perou, C. M., Sørlie, T., Eisen, M. B., van de Rijn, M., Jeffrey, S. S., Rees, C. A., Pollack, J. R., Ross, D. T., Johnsen, H., Akslen, L. A., Fluge, O., Pergamenschikov, A., Williams, C., Zhu, S. X., Lønning, P. E., Børresen-Dale, A. L., Brown, P. O., & Botstein, D. (2000). Molecular portraits of human breast tumours. *Nature*, *406*(6797), 747–752.

Martín Miguel, Ana Herrero, and Isabel Echavarría. 2015. "El cáncer de mama." *Arbor* 191 (773): a234–a234.

Bigbee W, Herberman RB. Tumor markers and immunodiagnosis. In: Bast RC Jr., Kufe DW, Pollock RE, et al., editors. *Cancer Medicine*. 6th ed. Hamilton, Ontario, Canada: BC Decker Inc., 2003.

Morillo, M., J. Adame, J. Gimeno, E. Chacón, M. Díaza, and S. Carrasco. 2000. "Factores de Riesgo Del Cáncer de Mama Femenino. Estudio de Casos Y Controles. Parte II: Factores Hormonales." *Revista Senología Y Patología Mamaria*. https://www.sespm.es/wp-content/uploads/revista/2000_13_4/4.pdf.

Miki, Y., Swensen, J., Shattuck-Eidens, D., Futreal, P., Harshman, K., Tavtigian, S., Liu, Q., Cochran, C., Bennett, L., Ding, W., & Et, A. (1994). A strong candidate for the breast and ovarian cancer susceptibility gene BRCA1. In *Science* (Vol. 266, Issue 5182, pp. 66–71). https://doi.org/10.1126/science.7545954

Wooster, R., Neuhausen, S., Mangion, J., Quirk, Y., Ford, D., Collins, N., Nguyen, K., Seal, S., Tran, T., Averill, D., & Et, A. (1994). Localization of a breast cancer susceptibility gene, BRCA2, to chromosome 13q12-13. In *Science* (Vol. 265, Issue 5181, pp. 2088–2090). https://doi.org/10.1126/science.8091231

Díez, O., Gutiérrez-Enríquez, S., & Cajal, T. R. (2006). Genes de susceptibilidad al cáncer de mama. In *Medicina Clínica* (Vol. 126, Issue 8, pp. 304–310). https://doi.org/10.1157/13085493

Antoniou, A. C., Pharoah, P. D. P., McMullan, G., Day, N. E., Stratton, M. R., Peto, J., Ponder, B. J., & Easton, D. F. (2002). A comprehensive model for familial breast cancer incorporating BRCA1, BRCA2 and other genes. *British Journal of Cancer*, *86*(1), 76–83.

Marabelli, M., Cheng, S.-C., & Parmigiani, G. (2016). Penetrance of ATM Gene Mutations in Breast Cancer: A Meta-Analysis of Different Measures of Risk. *Genetic Epidemiology*, *40*(5), 425–431.

Stephens, P. J., Tarpey, P. S., Davies, H., Van Loo, P., Greenman, C., Wedge, D. C., Nik-Zainal, S., Martin, S., Varela, I., Bignell, G. R., Yates, L. R., Papaemmanuil, E., Beare, D., Butler, A., Cheverton, A., Gamble, J., Hinton, J., Jia, M., Jayakumar, A., … Stratton, M. R. (2012). The landscape of cancer genes and mutational processes in breast cancer. *Nature*, *486*(7403), 400–404.

Schnitt, S. J. (2010). Classification and prognosis of invasive breast cancer: from morphology to molecular taxonomy. In *Modern Pathology* (Vol. 23, Issue S2, pp. S60–S64). https://doi.org/10.1038/modpathol.2010.33

Márquez, S & U, Julio & López, Francisco & Borges, Rafael. (2012). Sobrevida en pacientes con cáncer de mama triple negativo. Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela. 72. 152-160.

Kao, K.-J., Chang, K.-M., Hsu, H.-C., & Huang, A. T. (2011). Correlation of microarray-based breast cancer molecular subtypes and clinical outcomes: implications for treatment optimization. *BMC Cancer*, *11*, 143.

Dai, X., Li, T., Bai, Z., Yang, Y., Liu, X., Zhan, J., & Shi, B. (2015). Breast cancer intrinsic subtype classification, clinical use and future trends. *American Journal of Cancer Research*, *5*(10), 2929–2943.

Howell, S. J., Wardley, A. M., & Armstrong, A. C. (2009). Re: Ki67 index, HER2 status, and prognosis of patients with luminal B breast cancer [Review of *Re: Ki67 index, HER2 status, and prognosis of patients with luminal B breast cancer*]. *Journal of the National Cancer Institute*, *101*(24), 1730; author reply 1730–1731.

Goldhirsch, A., Wood, W. C., Coates, A. S., Gelber, R. D., Thürlimann, B., Senn, H.-J., & Panel members. (2011). Strategies for subtypes—dealing with the diversity of breast cancer: highlights of the St Gallen International Expert Consensus on the Primary Therapy of Early Breast Cancer 2011. *Annals of Oncology: Official Journal of the European Society for Medical Oncology / ESMO*

Nekhlyudov, L., Li, L., Ross-Degnan, D., & Wagner, A. K. (2011). Five-year patterns of adjuvant hormonal therapy use, persistence, and adherence among insured women with early-stage breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment*, *130*(2), 681–689.

Reeves, G. K., Beral, V., Green, J., Gathani, T., Bull, D., & Million Women Study Collaborators. (2006). Hormonal therapy for menopause and breast-cancer risk by histological type: a cohort study and meta-analysis. *The Lancet Oncology*, *7*(11), 910–918.

Jitariu, A.-A., Cîmpean, A. M., Ribatti, D., & Raica, M. (2017). Triple negative breast cancer: the kiss of death. *Oncotarget*, *8*(28), 46652–46662.

Pernas, S., & Tolaney, S. M. (2019). HER2-positive breast cancer: new therapeutic frontiers and overcoming resistance. *Therapeutic Advances in Medical Oncology*, *11*, 1758835919833519.

Liedtke, C., Mazouni, C., Hess, K. R., André, F., Tordai, A., Mejia, J. A., Fraser Symmans, W., Gonzalez-Angulo, A. M., Hennessy, B., Green, M., Cristofanilli, M., Hortobagyi, G. N., & Pusztai, L. (2008). Response to Neoadjuvant Therapy and Long-Term Survival in Patients With Triple-Negative Breast Cancer. In *Journal of Clinical Oncology* (Vol. 26, Issue 8, pp. 1275–1281). https://doi.org/10.1200/jco.2007.14.4147

Crown, J., O'Shaughnessy, J., & Gullo, G. (2012). Emerging targeted therapies in triple-negative breast cancer. *Annals of Oncology: Official Journal of the European Society for Medical Oncology / ESMO*, *23 Suppl 6*, vi56–vi65.

Lee, A., & Djamgoz, M. B. A. (2018). Triple negative breast cancer: Emerging therapeutic modalities and novel combination therapies. *Cancer Treatment Reviews*, *62*, 110–122.

Lee, R. C., Feinbaum, R. L., & Ambros, V. (1993). The C. elegans heterochronic gene lin-4 encodes small RNAs with antisense complementarity to lin-14. In *Cell* (Vol. 75, Issue 5, pp. 843–854). https://doi.org/10.1016/0092-8674(93)90529-y

Lagos-Quintana, M., Rauhut, R., Lendeckel, W., & Tuschl, T. (2001). Identification of novel genes coding for small expressed RNAs. *Science*, *294*(5543), 853–858.

Ameres, S. L., & Zamore, P. D. (2013). Diversifying microRNA sequence and function. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, *14*(8), 475–488.

Bitesize Bio, QIAGEN. (2016) *All about miRNAs: Practical Tips, Advice, and Applications (Webinar), se puede consultar en línea a través de https://bitesizebio.com/webinar/all-about-mirnas-practical-tips-advice-and-applications/*

Zhang, B., Pan, X., Cobb, G. P., & Anderson, T. A. (2007). microRNAs as oncogenes and tumor suppressors. *Developmental Biology*, *302*(1), 1–12.

Cortez, M. A., Bueso-Ramos, C., Ferdin, J., Lopez-Berestein, G., Sood, A. K., & Calin, G. A. (2011). MicroRNAs in body fluids—the mix of hormones and biomarkers. In *Nature Reviews Clinical Oncology* (Vol. 8, Issue 8, pp. 467–477). https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2011.76

Kosaka, N., Iguchi, H., & Ochiya, T. (2010). Circulating microRNA in body fluid: a new potential biomarker for cancer diagnosis and prognosis. *Cancer Science*, *101*(10), 2087–2092.

Iorio, M. V., Ferracin, M., Liu, C.-G., Veronese, A., Spizzo, R., Sabbioni, S., Magri, E., Pedriali, M., Fabbri, M., Campiglio, M., Ménard, S., Palazzo, J. P., Rosenberg, A., Musiani, P., Volinia, S., Nenci, I., Calin, G. A., Querzoli, P., Negrini, M., & Croce, C. M. (2005). MicroRNA gene expression deregulation in human breast cancer. *Cancer Research*, *65*(16), 7065–7070.

Wang, W., & Luo, Y.-P. (2015). MicroRNAs in breast cancer: oncogene and tumor suppressors with clinical potential. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, *16*(1), 18–31.

Asaga, S., Kuo, C., Nguyen, T., Terpenning, M., Giuliano, A. E., & Hoon, D. S. B. (2011). Direct serum assay for microRNA-21 concentrations in early and advanced breast cancer. *Clinical Chemistry*, *57*(1), 84–91.

Zhao, H., Shen, J., Medico, L., Wang, D., Ambrosone, C. B., & Liu, S. (2010). A pilot study of circulating miRNAs as potential biomarkers of early stage breast cancer. *PloS One*, *5*(10), e13735.

Hamam, R., Ali, A. M., Alsaleh, K. A., Kassem, M., Alfayez, M., Aldahmash, A., & Alajez, N. M. (2016). microRNA expression profiling on individual breast cancer patients identifies novel panel of circulating microRNA for early detection. *Scientific Reports*, *6*, 25997.

Amorim, M., Salta, S., Henrique, R., & Jerónimo, C. (2016). Decoding the usefulness of non-coding RNAs as breast cancer markers. *Journal of Translational Medicine*, *14*, 265.

Cascione, L., Gasparini, P., Lovat, F., Carasi, S., Pulvirenti, A., Ferro, A., Alder, H., He, G., Vecchione, A., Croce, C. M., Shapiro, C. L., & Huebner, K. (2013). Integrated microRNA and mRNA signatures associated with survival in triple negative breast cancer. *PloS One*, *8*(2), e55910.

Jang, M. H., Kim, H. J., Gwak, J. M., Chung, Y. R., & Park, S. Y. (2017). Prognostic value of microRNA-9 and microRNA-155 expression in triple-negative breast cancer. *Human Pathology*, *68*, 69–78.

Kleivi Sahlberg, K., Bottai, G., Naume, B., Burwinkel, B., Calin, G. A., Børresen-Dale, A.-L., & Santarpia, L. (2015). A serum microRNA signature predicts tumor relapse and survival in triple-negative breast cancer patients. *Clinical Cancer Research: An Official Journal of the American Association for Cancer Research*, *21*(5), 1207–1214.

Piña-Sánchez, P., Valdez-Salazar, H.-A., & Ruiz-Tachiquín, M.-E. (2020). Circulating microRNAs and their role in the immune response in triple-negative breast cancer (Review). In *Oncology Letters* (Vol. 20, Issue 5, pp. 1–1). https://doi.org/10.3892/ol.2020.12087

CÉLULAS E MICROBIOTA DA CAVIDADE ORAL NA PRÁTICA DE ADOLESCENTES COM ENFOQUE NA HIGIENE BÁSICA E AUTOCUIDADO

Data de aceite: 02/09/2024

Maressa Farias Filetto
Discentes do curso de Medicina

Izaias Vítor da Silva Neto
Discentes do curso de Medicina

Luana Danielle Sousa Silva de Barros
Discentes do curso de Medicina

Maria Eduarda Cardoso Silva
Discentes do curso de Enfermagem

Vanessa Henriques Nogueira Buzogany
Discentes do curso de Medicina

Dayane Wolff Carlin
Discentes do curso de Enfermagem

Roberta Losi Guembarovski
Departamento de Biologia Geral

Renata Katsuko Takayama Kobayashi
Departamento de Microbiologia, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil

Ligia Carla Faccin-Galhardi
Departamento de Microbiologia, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil

PALAVRA-CHAVE: microscopia; esfregaço bucal; promoção a saúde.

INTRODUÇÃO

O ensino da microbiologia nas escolas é ofertado para estudantes do ensino fundamental e médio, no conceito de seres vivos, classificação e diferenciação celular. A maioria dos conceitos são ministrados de forma teórica, limitando o aprendizado. A oportunidade de realização de práticas nas escolas motivam os estudantes a pensar, construir seus conhecimentos e estimulam a capacidade investigativa. Porém, para realização de muitas atividades práticas microbiológicas é necessário o microscópio, um equipamento que permite a ampliação e visualização de estruturas microscópicas, como os microrganismos. Apesar de ser considerado uma ferramenta de grande importância para o ensino, especialmente de ciências, a realidade das escolas públicas da maioria das cidades no Brasil nem sempre permite ter um microscópio para que os alunos desvendem o mundo invisível à olho nu. Dessa forma, a ausência deste equipamento no ambiente escolar

pode inviabilizar a realização de certas atividades. Por outro lado, escolas que dispõem do equipamento, muitas vezes não realizam determinadas atividades por desconhecimento. No presente trabalho, uma atividade prática para confecção de lâminas com células próprias da mucosa oral foi realizada com estudantes do ensino fundamental e médio. A prática consiste na visualização dos tipos celulares e é complementada com lâminas permanentes de sangue e microrganismos de diferentes formas e arranjos, permitindo a discussão de diferentes conceitos como microscopia, utilização e tipos de corantes, diferenciação de células eucarióticas e procarióticas, além da existência da microbiota oral, importante na manutenção da saúde humana.

METODOLOGIA

Estudantes do ensino fundamental e médio foram recebidos no laboratório de aula prática, do departamento de microbiologia, da Universidade Estadual de Londrina (UEL). As escolas foram convidadas via contato telefônico para realização desta e de outras práticas microbiológicas, realizadas em dois periodos.

Ao entrar no laboratório de microbiologia, os alunos foram instruídos a deixarem seus pertences em armário anexo, vestirem jalecos descartáveis e se organizarem em duplas nas bancadas. Uma revisão sobre células eucarióticas e procarióticas foi apresentada, enfatizando a classificação de bactérias, fungos e virus. A existência da microbiota, incluindo a oral, assim como a aquisição ao longo da vida e sua importância foram também explanadas. Para realização da prática foram utilizados os seguintes materiais: lâminas e lamínulas de vidro, corante azul de metileno 1%, palito de sorvete, cotonete ou swab estéril e microscópio. Para confecção do esfregaço, era indicado a raspagem de células da mucosa oral no interior das bochechas, com posterior aplicação do material, de uma única vez, na forma de camada fina na lâmina. O material, após secagem espontânea, foi corado com uma gota de azul de metileno, adicionando-se lamínula acima. A lâmina era posicionada no microscópio para visualização em objetivas crescentes, até imersão. Para complementação do tema, lâminas permanentes de células sanguíneas, contendo diferentes tipos celulares (hemaceas, fagócitos, plaquetas), além de bactérias no formato de cocos e bacilos em arranjos e fungos leveduriformes e filamentosos foram observados.

Para as escolas que possuiam o equipamento microscópio foi fornecido amostras de lâminas permanentes para utilização nas escolas com os demais alunos que não puderam acompanhar a prática.

DESENVOLVIMENTO E PROCESSOS AVALIATIVOS

A realização nos laboratórios de aulas práticas da UEL, uma universidade pública, tem incentivado a busca pela formação no ensino superior. De 7 escolas atendidas em um período de 6 meses, apenas 2 tinham microscópio, sendo as lâminas permanentes disponibilizadas apenas para estas. A visualização do material em diferentes objetivas demonstrou a importância do microscópio para diversos estudos; e a descoberta deste mundo imperceptível ao olho humano também despertou o interesse em materiais de outras localidades que poderiam conter células e microrganismos. A visualização da microbiota oral permitiu fazer uma relação com a higiene básica bucal, visando a prevenção de doenças como a cárie. Observa-se a surpresa dos alunos ao visualizarem as próprias células no microscópio, comparando ainda quem realizou a técnica de forma mais precisa, pela ausência de artefatos nas lâminas.

Fotos: Visualização das células da cavidade oral através do microscópio óptico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estratégias práticas de ensino, que aproximam a ciência ao cotidiano dos estudantes e facilitam o processo ensino-aprendizagem são urgentes e necessárias. O conhecimento básico sobre microbiologia é de extrema importância, pois essa área do conhecimento está diretamente ligada com a saúde humana e meio ambiente, merecendo destaque no Ensino de Ciências e Biologia, além da universidade. Entretanto, infelizmente é observado que na maioria das escolas, as aulas de Ciências e de Biologia ainda são ministradas com metodologia de ensino tradicional, trazendo o conteúdo de uma forma limitada, o que dificulta o aprendizado científico eficiente e significativo dos mesmos. Desta forma, práticas simples, que permitem relacionar a microbiologia ao cotidiano e, que exigem um equipamento multididático e multiusuário como microscópio óptico e materiais rotineiros, são incentivadas.

AGRADECIMENTOS: Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI); Unidade Gestora do Fundo Paraná (UGF-PR); Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA); Pró-reitoria de Extensão (PROEX-UEL) e Departamentos de Biologia Geral e Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina.

REFERÊNCIAS

BARRETO, M. L. et al. Sucessos e Fracassos no Controle de Doenças Infecciosas no Brasil: O Contexto Social e Ambiental, Políticas, Intervenções e Necessidades de Pesquisa. Lancet. Saúde no Brasil 3, 47–60, v. 20, 2014.

CAPÍTULO 3

ECOLOGIA DA PROPAGAÇÃO: INTERAÇÕES ENTRE SEMENTES E MEIO AMBIENTE

Data de submissão: 05/08/2024
Data de aceite: 02/09/2024

José Weverton Almeida-Bezerra
Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas, Crato, CE
http://lattes.cnpq.br/5570296179611652

Ademar Maia Filho
Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas, Crato, CE
http://lattes.cnpq.br/9570480278376163

Bárbara Fernandes Melo
Universidade Regional de Cariri, Departamento de Ciências Biológicas, Missão Velha, CE
http://lattes.cnpq.br/2060134782456116

Isabella Johanes Nascimento Brito
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/5441732253776330

Nathallia Correia da Silva
Universidade Regional de Cariri, Departamento de Ciências Biológicas, Missão Velha, CE
http://lattes.cnpq.br/9202918580320342

Maria Aparecida Barbosa Ferreira Gonçalo
Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas, Crato, CE
http://lattes.cnpq.br/5570296179611652

Damiana Gonçalves de Sousa Freitas
Universidad Regional de Cariri - URCA, Missão Velha – CE
http://lattes.cnpq.br/2293832368179669

Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos
Universidad Regional de Cariri - URCA, Campos Sales – CE
http://lattes.cnpq.br/8643818710205791

Dieferson Leandro de Souza
Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas Crato, CE
http://lattes.cnpq.br/1219143074518873

Alison Honorio de Oliveira
Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas Crato, CE
http://lattes.cnpq.br/8735518235006162

Jaceilton Alves de Melo
Secretaria da Educação – Seduc - CE
http://lattes.cnpq.br/2827193825922343

Murilo Felipe Felício
Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas Crato, CE
http://lattes.cnpq.br/0285588115722707

RESUMO: As sementes, fundamentais para a perpetuação das espécies vegetais, são estruturas complexas compostas por diferentes elementos, como tegumento, amêndoa e endosperma. Originadas nas flores, seu processo de formação envolve a fecundação do óvulo pelo grão de pólen, dando origem ao embrião e ao endosperma. Para que ocorra a germinação e a colonização de novos ambientes, diversos fatores ambientais são necessários, como água, oxigênio, temperatura e luz, variando de acordo com a espécie. Contudo, algumas sementes apresentam dormência, uma estratégia para garantir a distribuição temporal e espacial da espécie. Além dos fatores externos, as sementes também podem ser afetadas por substâncias alelopáticas produzidas por outras plantas, como terpenos voláteis, que atuam como inibidores da germinação. No semiárido nordestino brasileiro, diversas espécies vegetais, como *Mesospherum suaveolens*, *Lantana montevidensis* e *Lantana camara*, apresentam essa capacidade, utilizando-a como estratégia para competir por recursos escassos, como água. *Tarenaya spinosa*, ainda pouco estudada, também é capaz de produzir essas substâncias, contribuindo para a complexidade das interações entre as plantas nessa região árida.
PALAVRAS-CHAVE: Ecossistema, Interações, Adaptação, Competição.

PROPAGATION ECOLOGY: INTERACTIONS BETWEEN SEEDS AND THE ENVIRONMENT

ABSTRACT: Seeds, fundamental for the perpetuation of plant species, are complex structures composed of different elements, such as seed coat, almond and endosperm. Originating in flowers, their formation process involves the fertilization of the ovule by the pollen grain, giving rise to the embryo and endosperm. For germination and colonization of new environments to occur, several environmental factors are necessary, such as water, oxygen, temperature and light, varying according to the species. However, some seeds present dormancy, a strategy to guarantee the temporal and spatial distribution of the species. In addition to external factors, seeds can also be affected by allelopathic substances produced by other plants, such as volatile terpenes, which act as germination inhibitors. In the semi-arid northeastern region of Brazil, several plant species, such as *Mesospherum suaveolens*, *Lantana montevidensis* and *Lantana camara*, have this ability, using it as a strategy to compete for scarce resources, such as water. *Tarenaya spinosa*, still little studied, is also capable of producing these substances, contributing to the complexity of interactions between plants in this arid region.
KEYWORDS: Ecosystem, Interactions, Adaptation, Competition.

INTRODUÇÃO

A reprodução e disseminação das plantas são processos cruciais para a manutenção da biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas. No centro desses processos está a semente, uma estrutura complexa que carrega consigo o potencial de dar origem a uma nova planta. A formação e germinação das sementes são influenciadas por uma interação complexa entre fatores endógenos e exógenos, que variam de acordo com a espécie e o ambiente em que estão inseridas. Compreender esses mecanismos é fundamental não apenas para o entendimento da biologia das plantas, mas também para o manejo e conservação da vegetação (VIDAL; VIDAL, 2003).

As sementes são produtos do processo reprodutivo das plantas, originadas nas estruturas florais após a fecundação do óvulo pelo grão de pólen. Esse processo envolve uma série de etapas, desde a polinização até a formação do embrião e do endosperma. Cada componente da semente desempenha um papel crucial no desenvolvimento inicial da plântula e na sobrevivência da espécie, destacando-se o tegumento, a amêndoa e o endosperma (KERBAUY, 2004).

Contudo, a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas não são garantidos apenas pela sua formação. Fatores ambientais como água, oxigênio, temperatura e luz desempenham um papel fundamental nesse processo. Além disso, substâncias alelopáticas produzidas por outras plantas podem influenciar a germinação e o crescimento das sementes, refletindo as complexas interações que ocorrem dentro dos ecossistemas vegetais (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

REVISÃO

Sementes vs. Fatores Ambientais

A semente é o óvulo desenvolvido após a fecundação, encerrando em seu interior o embrião, com ou sem reservas nutritivas, protegidas pelo tegumento (VIDAL; VIDAL, 2003). No que tange à sua constituição pode-se destacar o tegumento, a amêndoa, constituída pelo embrião (radícula, caulículo, gêmula e cotilédones) e o endosperma. Cada constituinte apresenta uma função importante no desenvolvimento inicial da plântula e na perpetuação da espécie.

A semente é originada nas estruturas reprodutivas das plantas, as flores. O processo de origem inicia-se com um grão de pólen haploide (produzidos nas anteras), sendo depositado no estigma iniciando-se a partir daí o processo de germinação através da formação do tubo polínico (originado do núcleo vegetativo), o qual desce através do estilete até chegar ao ovário. Após esse processo, a oosfera haploide encontrada no saco embrionário no interior do óvulo é fecundada pelo núcleo germinativo dando origem a um embrião diploide. Juntamente com a origem embrionária, há a formação do endosperma das sementes por meio da junção dos dois núcleos polares haploides, localizados no centro do saco embrionário com um segundo núcleo germinativo, formando assim um tecido de reserva de natureza triploide (EICHHORN et al., 2014; KERBAUY, 2004).

O tegumento, também denominado de casca, permite ao embrião sobreviver durante o período compreendido entre a maturação da semente e o estabelecimento da plântula, iniciando a próxima geração. Dentre suas funções está à proteção das partes internas contra abrasões e choques mecânicos, barreira contra a entrada de microrganismos, estrutura de regulação da velocidade de absorção de água na semente e controle da velocidade das trocas gasosas, podendo ocasionar dormência tegumentar (FERREIRA; BORGUETTI, 2009).

Para que ocorra a sucessão ecológica de uma angiosperma, é necessário que as sementes germinem e conquistem novos ambientes, mas para que essa germinação ocorra são necessários alguns fatores endógenos e exógenos a exemplo de água, oxigênio e temperatura (KERBAUY, 2004). Além destes, de acordo com Eichhorn et al. (2014), algumas espécies necessitam também de luz para dar início a sua germinação. Ferreira et al. (2001) classifica as sementes de acordo com a resposta das mesmas ao estímulo de luz em fotobláticas neutras (a luz não interfere na germinação), fotoblásticas positivas (só germinam na presença da luz), e fotoblásticas negativas (cuja germinação é maior no escuro).

Pode-se destacar que, por mais que as condições externas sejam favoráveis à germinação, algumas sementes não germinam, devido à sua dormência. De acordo com Ferreira e Borguetti (2009), as sementes apresentam alguma restrição interna ou sistêmica à germinação, assim, a dormência é causada por um bloqueio situado na própria semente. Ainda de acordo com eles, essa dormência é uma estratégia ecofisiológica adotada pelas plantas para que ocorra uma distribuição da espécie no tempo e no espaço, visto que esses diásporos poderão permanecer durante vários anos em um banco de sementes depositados no solo.

No que concerne às sementes de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, não apresentam dormência tegumentar e são classificadas como sementes de germinação intermediária. Além disso, são sementes do tipo fotoblásticas positivas, por necessitarem de luz para germinar, e a temperatura ideal para germinação é de 30 °C, fatores próprios de espécies nativas de uma região com altas temperaturas (FERREIRA et al., 2001; MEIADO et al., 2010).

Algumas sementes, mesmo não apresentando dormência, ao serem consumidas por pássaros ou mamíferos passam pelo trato digestivo onde são submetidas à escarificação química de ácidos, que corroem o tegumento e deixam-nos mais expostos à entrada de oxigênio e água. Consequentemente, podem apresentar comportamento diferente referente às variáveis de germinação, como por exemplo, um tempo médio de germinação menor do que sementes que não foram submetidas ao trato digestivo, ou até mesmo apresentarem uma porcentagem de germinação maior. Essa característica resulta em uma maior disseminação da espécie vegetal (FERREIRA; BORGUETTI, 2009; EICHHORN et al., 2014).

Gomes et al. (2014), relata a endozoocoria na participação da dispersão das sementes de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, principalmente as aves, dentre elas a *Euphonia chlorotica* L. (vem-vem), *Coereba flaveola*L. (cambacica), *Mimussa saturninus* Lichtenstein (sabiá-do-campo) e *Paroaria dominicana* L. (galo-de-campina), sendo esta a mais frequente Essas aves auxiliam na sucessão ecológica da espécie, pois participam da dispersão das sementes, as quais uma vez em contato com o ácido clorídrico presente em seus proventrículos, tem seus tegumentos escarificados, facilitando assim, a entrada de oxigênio e água. Vale ressaltar que as sementes, ao serem expelidas, estarão acondicionadas nas fezes às quais fornecem água e substrato para o início da germinação das sementes (TRAVESET et al., 2001). Além disso, as aves, ao se alimentarem, deixam resto da polpa do fruto cair ao chão, tornando-o disponível para dispersores secundários, a exemplo das formigas (LEAL et al., 2007).

Entre os muitos fatores que interferem na germinação das sementes, está a ação alelopática oriunda do metabolismo secundário dos vegetais, os quais estão envolvidos principalmente nas defesas químicas do vegetal. Esses metabólitos são divididos em três grupos, os compostos fenólicos, os compostos nitrogenados e os terpenos, estes últimos por sua vez, constituem a maior classe dos três grupos e são formados pela união de unidades pentacarbonadas (C_5). Com isso, os terpenos são classificados pela quantidade de unidades C_5 que possuem em sua estrutura. Logo, os terpenos que apresentam 10 carbonos apresentam duas unidades C_5 e são denominados monoterpenos, os que apresentam três unidades C_5, com 15 carbonos, são os sesquiterpenos, e os diterpenos apresentam quatro unidades de C_5. Existem outros terpenos maiores com mais de 20 carbonos em sua estrutura, dentre eles os triterpenos (30 carbonos), tetraterpenos (40 carbonos) e os politerpenoides com mais de 40 carbonos (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2017; SIMÕES et al., 2017).

Os terpenos são produzidos por duas rotas biossintéticas diferentes. A primeira rota é a do ácido mevalônico, na qual três moléculas de Acetil-CoA são ligadas em uma sequência de reações formando o ácido mevalônico. Este ácido é um intermediário-chave de seus carbonos que é posteriormente pirofosforilado, descarboxilado e, finalmente, desidratado, tendo como produto o isopentenil difosfato (IPP). A segunda rota biossintética é denominada de metileritritol fosfato (MEP) que atua nos cloroplastos e outros plastídeos, na qual o IPP é formado a partir de intermediários da glicose ou do ciclo de redução fotossintética. Na reação química o gliceraldeído 3-fosfato e dois átomos de carbono derivados do piruvato condensam-se, formando o 1-desóxi-D-xilulose 5-fosfato, o qual é rearranjado e reduzido a 2-C-metil-D-eritritol 4-fosfato (MEP) que finalmente é convertido em IPP (TAIZ; ZEIGER, 2017; SIMÕES et al., 2017).

Por meio dessas rotas são produzidos os terpenos voláteis, denominados de óleos essenciais, estes são as misturas de mono e sesquiterpenos voláteis, os quais apresentam um aroma característico. Esses óleos são secretados normalmente por estruturas no limbo foliar, os tricomas glandulares e nestes os óleos são armazenados em um espaço extracelular modificado. Estes óleos podem atuar como inibidores da germinação de sementes em ambientes naturais, impedindo que as sementes iniciem os processos bioquímicos da germinação (BRITO et al., 2010; EICHHORN et al., 2014).

A liberação dos óleos pode ocorrer de três modos, a primeira é a volatização, esta ocorre principalmente em regiões áridas e semi-áridas de temperatura elevada. O segundo é a lixiviação, onde por meio da chuva ou orvalho os óleos essenciais são arrastados para o solo de modo a contaminar e impedir o desenvolvimento de outras espécies de plantas. E por último, a decomposição das partes vegetais, que ocorre principalmente em espécies semélparas, as quais no final do processo reprodutivo perdem as folhas que são depositadas no solo, a liberação dos aleloquímicos ocorre por meio do rompimento dos tecidos ou células durante o processo de decomposição e extravasamento do seu conteúdo (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

PLANTAS AROMÁTICAS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO BRASILEIRO

O semi-árido brasileiro localizado principalmente no Nordeste apresenta inúmeras espécies vegetais aromáticas com ampla distribuição ao longo do território e que podem atuar de modo prejudicial na sucessão ecológica de outras espécies devido ao efeito alelopático. Dentre essas espécies estão, *Mesospherum suaveolens* (L.) Kuntze (Lamiaceae), *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. (Verbenaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae), e *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf (Cleomaceae). Como essas espécies são de regiões semi-áridas, a alelopatia foi uma estratégia evolutiva adotada por elas para evitar que outros vegetais colonizem áreas próximas e utilizem da pouca água que existe naquele meio (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011; TOWNSEND et al., 2009).

Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze, pertencente à Família Lamiaceae (antiga Labiate), é conhecida no Nordeste brasileiro como “bamburral” e “alfazema-brava” enquanto no Sul como “erva-canudo”. Essa espécie é amplamente utilizada na medicina popular como alternativa terapêutica para o tratamento de doenças respiratórias por meio da inalação e/ou ingestão de infusões e decocção de suas folhas (SILVA et al., 2015).

M. suaveolens é uma erva daninha semélpara que se desenvolve por todo o território brasileiro, principalmente no Nordeste mais precisamente em ambientes que sofreram alterações antrópicas. Seu desenvolvimento é herbáceo, mas pode se apresentar subarbustivo quando há a presença de feixes de esclerênquima em seus caules, estes, por sua vez são, quadrangulares e podem atingir até 1,3 m de altura (Figura 1). Tanto nos seus caules quanto nas suas folhas, são encontrados inúmeros tricomas glandulares

responsáveis pela liberação de terpenos voláteis que atuam na proteção da planta contra a herbivoria por meio de sua toxicidade (BASÍLIO et al., 2007; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010; MAIA-SILVA et al., 2012; BEZERRA et al., 2017b). O óleo essencial de suas folhas apresenta inúmeras atividades biológicas, a exemplo atividade larvicida, inseticida (BEZERRA et al., 2017b), antibacteriana, sendo os principais constituintes do óleo sabineno, α-Terpinoleno e 1,8-cineol (NANTITANON et al., 2007) e nematicida com D-limoneno e mentol como constituintes majoritários (FALCÃO; MENEZES, 2003).

A alta densidade populacional de *M. suaveolens,* 174 plantas/m^2, contribui para os altos índices de alelopatia, interferindo na germinação e desenvolvimento de espécies circunvizinhas, principalmente espécies de Poaceae (SILVA et al., 2009). *M. suaveolens* ocorre no mesmo ambiente que organismos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru,* e sua alta densidade pode afetar o estabelecimento da mesma (COSTA et al., 2007).
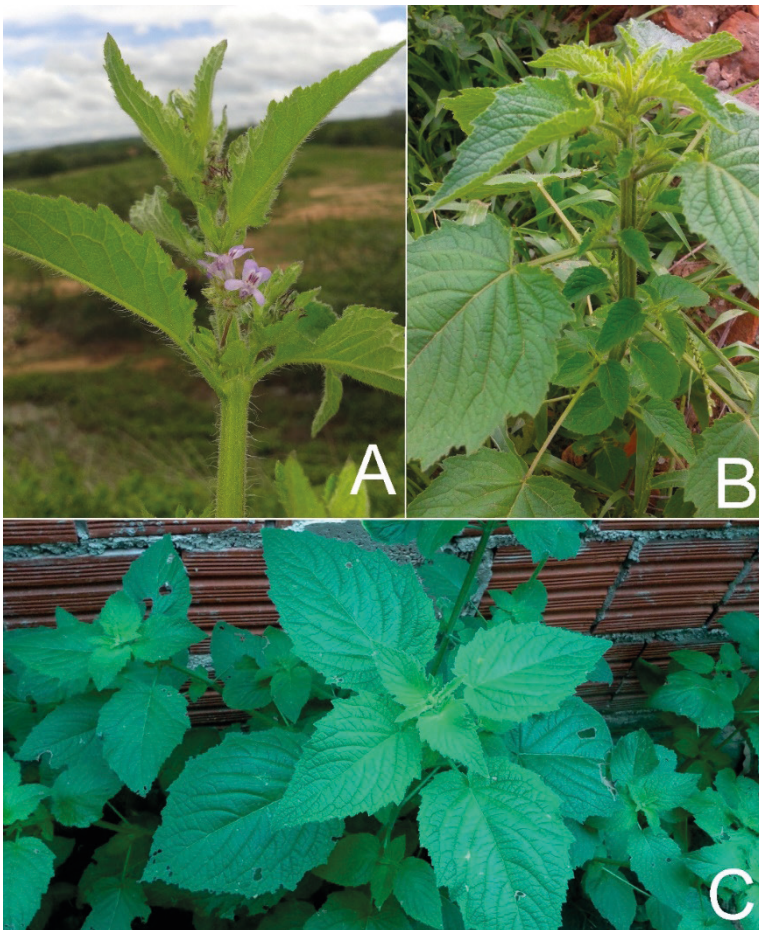
Figura 1 - Indivíduos de Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze no período chuvoso, Quixelô – CE. (A) Planta com flores; (B) Indivíduos em ambiente natural; (C) Indivíduos em ambiente antropizado.

Fonte: Autores (2015).

A família Verbenaceae apresenta em torno de 1000 espécies e o gênero *Lantana* compreende 150 espécies que ocorre espontaneamente no Brasil, bem como seus representantes são cultivados como plantas ornamentais, sendo duas espécies muito comuns na Caatinga (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). A primeira é *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq., conhecida como "chumbinho" é uma planta nativa do Brasil que apresenta inúmeros frutos redondos roxos. Esta é uma espécie como um subarbusto que pode chegar até 40 cm de altura, sendo que seus ramos são perpendiculares com relação ao solo. Suas folhas são ovais, ápice obtuso, margens lobadas e faces abaxiais e adaxiais com tricomas glandulares simples. Esta espécie é reconhecida em campo por apresentar inflorescências de coloração roxa com inúmeras brácteas desiguais externas (Figura 2). As suas flores são bilabiadas e sua corola gamopetalar roxa apresenta no seu centro guias de nectário amarelados para os possíveis polinizadores. Os terpenos voláteis dessa espécie apresentam inúmeras atividades, dentre elas inseticida (BEZERRA et al., 2017a), repelente (BLYTHE et al., 2016), larvicida (COSTA et al., 2010), antifúngica e moduladora de fármacos (SOUSA et al., 2011).

Figura 2 - Folhas e inflorescência de *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq., Quixelô – CE. Fonte: Fonte: Autores (2017)

A outra espécie é a *Lantana camara* L. conhecida popularmente por "cambará-de-cheiro", "cambará-de-duas-cores", "cambará-de-espinho", apresenta ampla área de distribuição no Brasil, podendo ocorrer nos seguintes domínios fitogeográficos, Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). É uma espécie arbustiva que pode atingir até 3 metros de altura, seu caule é ramificado dando origem aos ramos que são eretos e repletos de acúleos. Suas folhas são simples, opostas cruzadas e

apresentam pecíolo curto e sulcado. O seu limbo é ovalado de base arredondada e ápice agudo, além de apresentar tricomas glandulares em ambas as faces e suas margens são serreadas. As suas flores estão contidas em uma inflorescência axilar do tipo corimbo com longo eixo, sua coloração é intermediária entre o amarelo e vermelho (Figura 3a;3b), sendo que a corola das flores centrais servem como guias de nectários para as borboletas (Figura 3c) e abelhas (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010; MAIA-SILVA et al., 2012). Essa espécie produz terpenos voláteis como forma de defesa contra predadores, visto que alguns animais consomem duas estruturas vegetativas ou reprodutivas, dentre os insetos estão a cigarrinha *Oncometopia facialis* (Signoret), o besouro serra-pau *Dorcacerus barbatus* (Olivier) e a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius). Além desses animais, *Brevipalpus phoenicis*e *Aceria lantanae* duas espécies de ácaros predam as flores de *L. camara,* e sua única forma de defesa é por meio do metabolismo secundário (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).
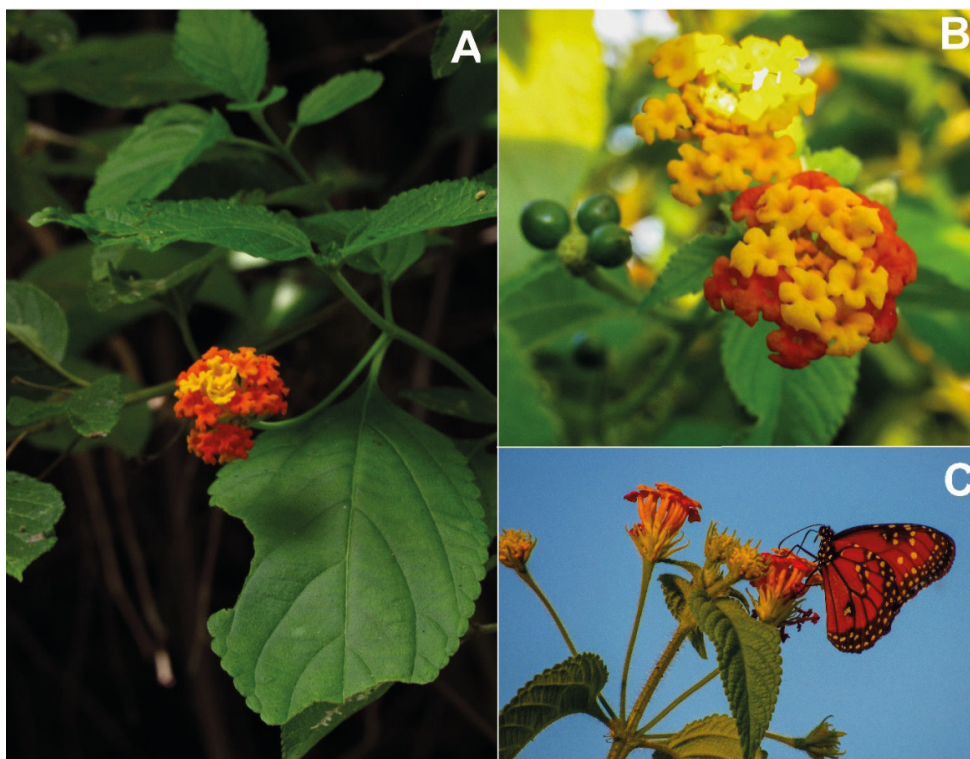
Figura 3 - Folhas e inflorescência de *Lantana camara* L., Quixelô – CE. (A) Planta com inflorescência; (B) Inflorescência e frutos imaturos; (C) Lepidoptera da família Nymphalidae coletando néctar e realizando polinização.

Fonte: Autores (2015, 2017).

Esta espécie é apontada como uma fonte de aleloquímicos, uma vez que através da lixiviação de suas folhas o solo “contaminado” afeta a germinação de sementes daquele local e o desenvolvimento de plântulas (SAHID; SUGAU, 1993; CASADO, 1995; MANOHAR et al., 2017). Além disso, os terpenos voláteis dessa espécie apresentam atividades larvicida e antifúngica (SONIBARE; EFFIONG, 2008; BELÉM et al., 2015), tripanocida e leishimanicida (BARROS et al., 2016).

E por fim, *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf, esta espécie ainda não tem uma família taxonômica definida, pois antes a espécie era classificada como Brassicaceae um táxon polifilético, e atualmente com análise de dados moleculares essa família divide-se em três famílias monofiléticas, Capparaceae, Cleomaceae e Brassicaceae (HALL, 2008; ILTIS et al., 2011). Sendo assim, esta espécie é reportada na literatura sem uma família definida, podendo então ser classificada como Brassicaceae (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010), Cleomaceae (SOUZA; LORENZI, 2012) ou Capparaceae (ANDRADE et al., 2014). Esta espécie tem como sinonímia *Cleome spinosa* Jacq. e é conhecida no Nordeste brasileiro como “mussambê”, suas raízes são utilizadas pelas populações para o tratamento de tosse, asma, otite e bronquite (CASTRO; CAVALCANTE, 2011). É uma herbácea que se desenvolve em áreas úmidas, principalmente em bordas de açudes, rios e lagoas (Figura 4a). Morfologicamente, os seus indivíduos podem chegar até 1,8 metros de altura, de caule cilíndrico com muitas ramificações e caracterizado por apresentar espinhos. Suas folhas são palmadas apresentando até 8 segmentos (Figura 4b), seu limbo apresenta tricomas glandulares liberadores de terpenos voláteis, bem como os seus galhos jovens. Sua inflorescência é terminal e apresenta flores produtoras de néctar com corola branca bastante vistosa à noite (Figura 4c) e apolinização é quiropterofilia e falenofilia, além disso, seu néctar também é utilizado por abelhas da espécie *Melipona subnitida* (jandaíra) e do gênero *Bombus* (mamangavas-de-chão) para a fabricação de mel. Seus frutos do tipo síliqua alongada, podendo apresentar em torno de 200 sementes (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010; CASTRO; CAVALCANTE, 2011; MAIA-SILVA et al., 2012).
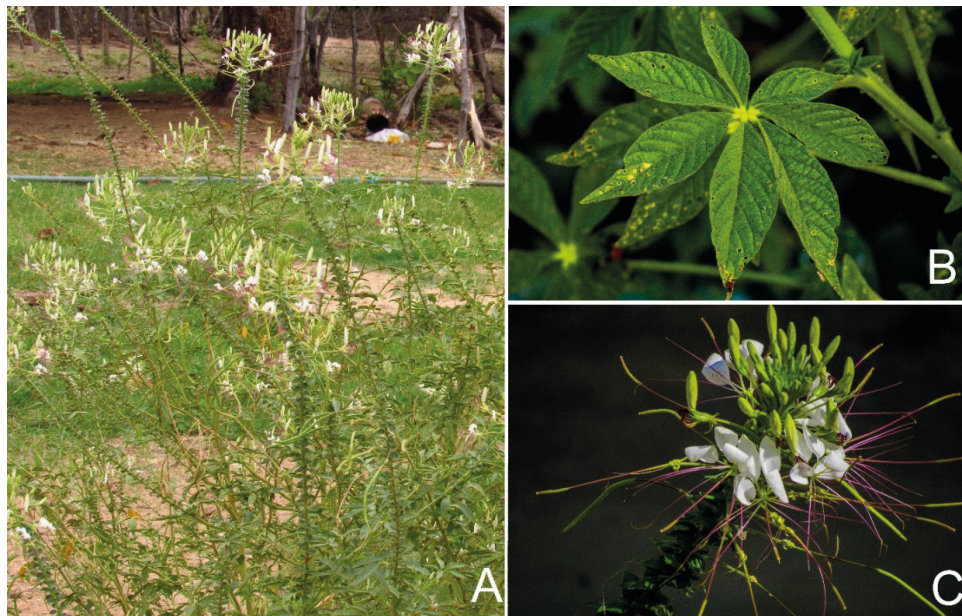
Figura 4 - Indivíduos de *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf. autor no período chuvoso, Quixelô – CE. (A) Em ambiente antropizados; (B) Folha do tipo palmada da espécie; (C) Inflorescência da espécie.

Fonte: Autores (2017)

Existem poucos trabalhos na literatura relacionados aos terpenos voláteis de *T. spinosa*, uma vez que seus terpenos voláteis são sólidos à temperatura ambiente, o que dificulta a sua obtenção. É reportado que eles apresentam atividade larvicida, inseticida e atividade antibacteriana (MCNEIL et al., 2010), mas não apresentam a capacidade de inibir a radicais livres.

CONCLUSÕES

A compreensão dos processos de formação, germinação e dispersão das sementes é essencial para a conservação e manejo adequado dos ecossistemas vegetais. Ao entendermos os mecanismos pelos quais as plantas se reproduzem e se propagam, podemos desenvolver estratégias mais eficazes para a restauração de áreas degradadas, a conservação de espécies ameaçadas e a promoção da biodiversidade. É importante ressaltar que as interações entre as plantas, bem como entre as plantas e o ambiente ao seu redor, são complexas e dinâmicas. Fatores como mudanças climáticas, introdução de espécies exóticas e atividades humanas podem alterar significativamente essas interações, afetando a distribuição e o sucesso reprodutivo das plantas.

REFERENCIAS

ANDRADE, F. D. et al. Anthelmintic action of the hydroalcoholic extract of the root of *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf. for *Haemonchus contortus* control in sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34. n. 10, p. 942-946. 2014.

BARROS, L. M., et al. Chemical characterization and trypanocidal, leishmanicidal and cytotoxicity potential of *Lantana camara* L.(Verbenaceae) essential oil. **Molecules**, v. 21, n. 2, p. 209-217. 2016.

BASÍLIO, I. J. L. D. et al. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. e *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae). **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v. 25, n. 4, p. 518-525. 2007.

BELÉM, V. A. et al. Estudo da toxicidade e atividade antifúngica de *Lantana camara* L.(Verbenaceae) como ferramenta de preservação da espécie. **Cadernos de Cultura e Ciência,** v. 13, n. 2, p. 51-59. 2015.

BEZERRA, J. W. A. et al. Estudo químico-biológico do óleo essencial de *Lantana montevidensis* (chumbinho)(Spreng.) Briq.(Verbenaceae) contra *Drosophila melanogaster*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 22, n. 1, p. 489-499. 2017a.

BEZERRA, J. W. A. et al. Chemical composition and toxicological evaluation of *Hyptis suaveolens* (L.) Poiteau (LAMIACEAE) in *Drosophila melanogaster* and *Artemia salina*. **South African Journal of Botany**, v. 113, n. 11, p. 437-442. 2017b.

BLYTHE, E. et al. *Lantana montevidensis* essential oil: Chemical composition and mosquito repellent activity against *Aedes aegypti*. **Natural Product Communications**, v. 11, n. 11, p. 1713-1716. 2016.

CASADO, C. M. Efeitos alelopáticos de *Lantana camara* (Verbenaceae) na manhã de glória (*Ipomoea tricolor*). **Rhodora**, v. 97, p. 264-274. 1995.

CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. **Flores da caatinga**. Campina Grande: INSA, 2011. 32 p.

COSTA, J. G. M. et al. Composition and larvicidal activity of the essential oils of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis.* **Chemistry of natural compounds**, v. 46, n. 2, p. 313-315. 2010a.

COSTA, R. C., et al. Flora and life-form spectrum in an area of deciduous thorn woodland (Caatinga) in Northeastern, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 68, n. 2, p. 237-247. 2007.

EICHHORN, S. E.; et al. . **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara, 8 ed, 2014. 830 p.

FALCÃO, D.Q.; MENEZES, F.S. Revisão etnofarmacológica, farmacológica e química do gênero *Hyptis*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 84, n. 3, p.69-74. 2003.

FERREIRA, A. G. et al. Germination of seeds of Asteraceae natives of Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 231-242. 2001.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação:** do básico ao aplicado**.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2009. 324 p.

GOMES, V. G. N. et al. Frugivory and seed dispersal by birds in *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 32-40. 2014.

HALL, J. C. Systematics of Capparaceae and Cleomaceae: an evaluation of the generic delimitations of *Capparis* and *Cleome* using plastid DNA sequence data. **Botany**, v.86, n. 7, p. 682-696. 2008.

ILTIS, H. H. et al. Studies in the Cleomaceae I. On the separate recognition of Capparaceae, Cleomaceae, and Brassicaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 98, n. 1, p. 28-36. 2011.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1 ed.,2004. 452 p.

LEAL, I. R.; et al. Seed dispersal by ants in the semi-arid Caatinga of north-east Brazil. **Annals of Botany**, v. 99, n. 5, p. 885-894. 2007.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012. 195 p.

MANOHAR, K. A.; KHARE, N.; KUMAR, H. Effects of leaf extract of *Lantana camara* on germination and growth behavior of selected tree species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 7, p. 2519-2526. 2017.

MCNEIL, M. J. et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from *Cleome spinosa*. **Natural product communications**, v. 5, n. 8, p. 1301-1306. 2010.

MEIADO, M. V. et al. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**, v. 25, n. 2, p. 120-128. 2010.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2010. 1017 p.

NANTITANON, W.; CHOWWANAPOONPOHN, S.; OKONOGI, S. Antioxidant and antimicrobial activities of *Hyptis suaveolens* essential oil. **Scientia Pharmaceutica**, v. 75, n.1, p.35-54. 2007.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; et al. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

SAHID, I. B.; SUGAU, E J. B. Alelopático efeitos de *Lantana camara* e plantas daninhas (*Chromolaena odorata*) em cultivos selecionados. **Weed Science**, v. 41, n. 2, p. 303-308. 1993.

SILVA, A.C.et al. Medicinal plants used, Brazil. **Journal of Global Biosciences**, v.4, n.8, p. 3195-3200. 2015.

SILVA, N. L. et al. Efeitos da época de corte de bamburral (*Hyptis suaveolens* Poit.) sobre a produção de gramíneas. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. 2009.

SIMÕES, C. M. O., et al. **Farmacognosia: do Produto Natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 502 p.

SONIBARE, O. O.; EFFIONG, I. Antibacterial activity and cytotoxicity of essential oil of *Lantana camara* L. leaves from Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 15, p. 2618-2620. 2008.

SOUSA, E. O. et al. Chemical composition and aminoglycosides synergistic effect of *Lantana montevidensis* Briq.(Verbenaceae) essential oil. **Records of Natural Products**, v. 5, n 1, p. 60-64. 2011.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 3 ed. 640 p. 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5 ed., 2017. 820 p.

TOWNSEND, C. R. et al. Fundamentos em ecologia. Artmed Editora, 3 ed., 2009. 576 p.

TRAVESET, A. et al. Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. **Functional Ecology**, v. 15, n. 5, p. 669-675. 2001.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica:** organografia. Viçosa: UFV, 4 ed., 2003. 124 p.

CAPÍTULO 4

ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS NA TERRA INDÍGENA GUA RANI M'BIGUAÇU, BIGUAÇU-SC: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO NA MATA ATLÂNTICA

Data de aceite: 02/09/2024

Fernanda Bauzys
http://lattes.cnpq.br/7509502109976095

Anderson Santos de Mello
http://lattes.cnpq.br/8054631040389816

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta, abrigando uma vasta gama de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Diante do acelerado processo de expansão urbana e outras ações antrópicas sobre os remanescentes florestais deste bioma, é necessário destacar a importância das Terras Indígenas (TIs) para a sua conservação. Juntamente com as Unidades de Conservação (UCs) e os Territórios Quilombolas (TQs), as TIs formam as áreas protegidas previstas no Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (BRASIL, 2006). Contudo, as TIs não são especificamente designadas como áreas protegidas para a conservação da natureza. A principal finalidade desses territórios, destinados à posse e à ocupação pelos povos indígenas, é garantir os recursos ambientais necessários à preservação física e cultural dessas populações (BRASIL, 1988). Apesar disso, pesquisas apontam que as TIs desempenham um importante papel na conservação, pois os modos tradicionais de ocupação indígena tendem a promover a preservação da vegetação nativa e da biodiversidade, atuando como barreiras contra o desmatamento e favorecendo a regeneração florestal (FERREIRA et al., 2005; OVIEDO & DOBLAS, 2024; RICKETTS et al., 2010).

Neste contexto, a Terra Indígena Guarani M'biguaçu, localizada no município de Biguaçu, Santa Catarina, é um exemplo significativo dessa contribuição. Situada na encosta da Serra de São Miguel, essa TI abriga uma diversidade considerável de espécies arbóreas, muitas das quais possuem status de conservação preocupante.

O presente estudo teve como objetivo principal identificar e avaliar a diversidade de espécies arbóreas na TI Guarani M'biguaçu, com foco especial nas espécies ameaçadas de extinção. A pesquisa visa contribuir para o conhecimento científico sobre a flora local e fornecer subsídios para a implementação de estratégias de conservação eficazes.

Ao longo das expedições de campo realizadas entre 2022 e 2023, foram coletados dados que revelam a riqueza e a complexidade do ecossistema local. As informações obtidas são essenciais para destacar a importância ecológica da TI M'biguaçu e a necessidade de ações de conservação que envolvam tanto as comunidades indígenas quanto as autoridades ambientais. Este estudo amplia conhecimento sobre a flora da Mata Atlântica e reforça a relevância das Terras Indígenas para a proteção das espécies ameaçadas e a manutenção da biodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Terra Indígena M'biguaçu está localizada às margens da rodovia BR 101, km 190, no Balneário de São Miguel, município de Biguaçu-SC (Fig.1).
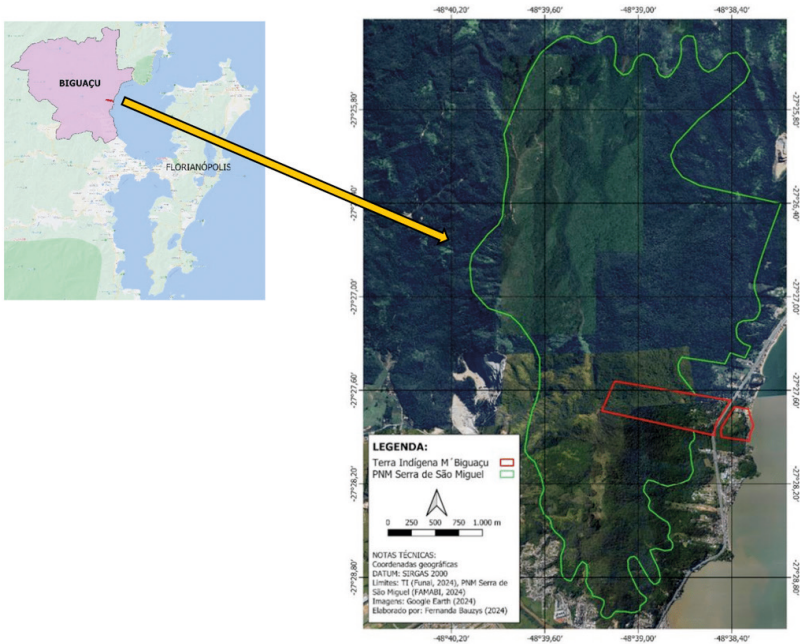
Figura 1. Localização da TI M'biguaçu, Biguaçu, SC.

Elaboração: Fernanda Bauzys (2024).

Regularizada desde 2003, os limites desta TI abrangem uma área total 59,1982 hectares (FUNAI, 2024), estendendo-se desde a faixa litorânea até o alto da encosta da Serra de São Miguel. De acordo com a classificação do IBGE (2012), sua vegetação é predominantemente composta pela Floresta Ombrófila Densa e, próximo à costa, pelas Formações Pioneiras. O presente estudo restringiu-se ao remanescente florestal localizado na encosta, com altitudes variando entre 128 m e 284 m, o que o caracteriza como Floresta Ombrófila Densa Submontana.

Conforme o Plano Municipal da Mata Atlântica de Biguaçu (FAMABI, 2018), a Serra de São Miguel é considerada uma das áreas prioritárias para a conservação e recuperação da Mata Atlântica do município, constituindo um de seus dos dois grandes núcleos florestais.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para a coleta de dados foram conduzidas expedições de campo na área de estudo ao longo dos anos de 2022 e 2023. Foram estabelecidos 9 conjuntos de unidades amostrais, distribuídos ao acaso ao longo de trilhas utilizadas pelos habitantes da aldeia, abrangendo uma faixa altitudinal de 128 m e 284 m. Cada conjunto consistiu em 10 parcelas contíguas de 10 m x 10 m, totalizando 90 parcelas e uma área total amostrada de 0,9 ha.

Todos os indivíduos arbóreos foram amostrados, incluindo samambaias arborescentes e árvores mortas em pé, com diâmetros do caule à altura do peito (DAP), a 1,3 m do solo, igual ou maior do que 5 cm. Os exemplares com ramificação nos caules foram considerados desde que pelo menos uma ramificação tivesse o critério mínimo de inclusão.

Parte da identificação das espécies foi feita diretamente no local. Para as demais espécies, foi coletado o material botânico, que foi numerado, prensado e secado para posterior identificação. Os espécimes coletados na forma de exsicatas foram depositados no Herbário FLOR do Departamento de Botânica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina.

A identificação do material coletado foi realizada com o auxílio de chaves analíticas disponíveis em literatura específica, como Sobral et al. (2013), Reitz (1965) e o site Flora e Funga do Brasil (https://floradobrasil.jbrj.gov.br/). Comparações morfológicas foram feitas com exsicatas digitalizadas disponíveis nos sites Flora e Funga do Brasil e speciesLink (https://specieslink.net/), bem como com registros no site Flora Digital do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (https://floradigital.ufsc.br/). Quando necessário, foram consultados especialistas e taxonomistas experientes para a identificação ou confirmação dos materiais.

Para a delimitação das famílias, seguiu-se o proposto pelo APG IV (APG, 2016), para as angiospermas, e pelo PPG I (PPG, 2016) para as monilófitas arborescentes.

Os nomes científicos das identificações foram utilizados conforme a Lista da Flora e Funga do Brasil (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2024), que também forneceu informações sobre o hábito, endemismo e origem das espécies.

O status de conservação das espécies foi verificado nas seguintes listas: Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2014); Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022); Plataforma digital do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA, 2024) e a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (IUCN, 2024).

As espécies foram classificadas em grupos ecológicos de acordo com o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (LINGNER et al., 2013). Informações sobre as formas de raridade das espécies foram obtidas a partir da lista das espécies encontradas no componente arbóreo das florestas avaliadas pelo FlorestaSC (FLORESTASC, 2024) e conforme Oliveira et al. (2018).

RESULTADOS

No remanescente florestal da TI M'biguaçu, foram identificadas 148 espécies de árvores, distribuídas em 102 gêneros e 54 famílias botânicas, entre elas duas samambaias e 146 angiospermas. Foram registradas 139 espécies nas parcelas e outras nove foram incluídas como florística complementar, encontradas nos acessos às unidades amostrais, ao longo das trilhas ou nas bordas da mata. Dentre as espécies encontradas, 73 são consideradas como endêmicas do Brasil, sendo 42 delas específicas da Mata Atlântica.

Entre as espécies identificadas, oito estão classificadas em algum grau de ameaça de acordo com o CNCFlora: *Xylopia brasiliensis* Spreng. e *Chrysophyllum* viride Mart. & Eichler, classificadas como "Quase ameaçada" (NT), *Eugenia tenuipedunculata* Kiaersk., *Euterpe edulis* Mart*., Ocotea catharinensis* Mez e *Cedrela fissilis* Vell. como "Vulnerável" (VU), e *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer e *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb. como "Em perigo" (EN) (Fig. 2). Apenas *O. catharinensis, C. fissilis, E. tenuipedunculata e Chrysophyllum viride* aparecem na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, com as três primeiras classificadas como VU e a última como NT. Na Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2014), O. catharinensis é classificada como "Criticamente em Perigo" (CR). Já na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022), constam sete espécies, *O. catharinensis, E. tenuipedunculata, C. fissilis (VU), X. brasiliensis e E. edulis* como VU e *O. odorífera e V. bicuhyba* como EN (Tab. 1).

Espécie	Nome popular	NI	IUCN	CNCFlora	MMA	SC
Cedrela fissilis Vell.	cedro	3	VU	VU	VU	
Chrysophyllum viride Mart. & Eichler	aguaí	5	NT	NT		
Eugenia tenuipedunculata Kiaersk.	mamona	1		VU	VU	
Euterpe edulis Mart.	juçara, içara	253		VU	VU	
Ocotea catharinensis Mez	canela-preta	4	VU	VU	VU	CR
Ocotea odorifera (Vell.) Rohwer	canela-sassafrás	3		EN	EN	
Virola bicuhyba (Schott ex Spreng.) Warb.	bicuíba	18		EN	EN	
Xylopia brasiliensis Spreng.	pindaíba	12		VU	VU	

Tabela 1. Espécies arbóreas ameaçadas de extinção encontradas no remanescente florestal da TI M'biguaçu, Biguaçu, SC. Número de indivíduos (NI); Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (IUCN); Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora); Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA); Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina (SC). CR = criticamente em perigo; EN = em perigo; NT = quase ameaçada; VU = vulnerável.
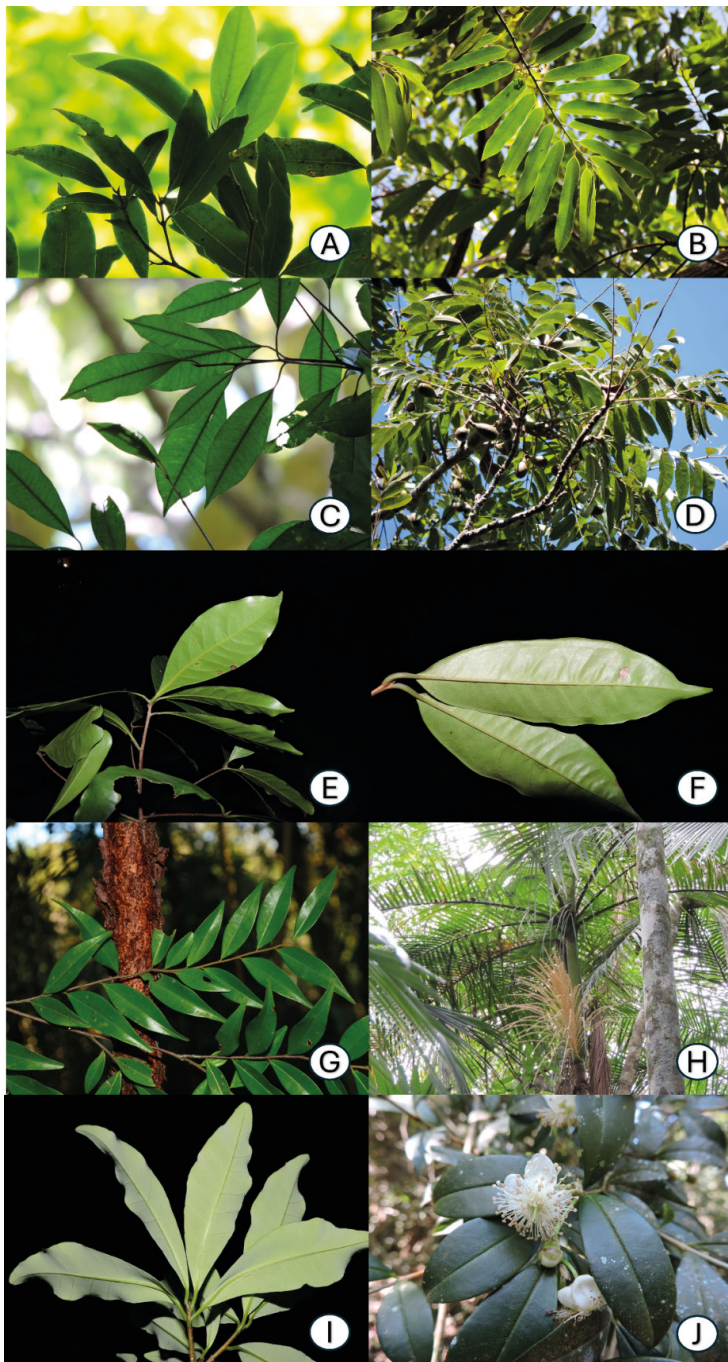
Figura 2. Espécies arbóreas ameaçadas de extinção e espécies raras encontradas no remanescente florestal da TI M'biguaçu, Biguaçu, SC. A. Ocotea catharinensis; B. Virola bicuhyba; C. Chrysophyllum viride; D. Cedrela fissilis; E. Ocotea odorifera; F. Eugenia tenuipedunculata; G. Xylopia brasiliensis; H. Euterpe edulis; I. Aspidosperma olivaceum; J. Eugenia kleinii.

Fotos: Fabricio Riella (2023).

Foram encontrados 253 indivíduos de *E. edulis*, registrados em todos os 9 conjuntos de unidades amostrais, *V. bicuhyba* (18 em 7), *X. brasiliensis* (12 em 5); C. viride (5 em 2), *Cedrela fissilis* (3 em 3), *O. catharinensis* (4 em 3), *O. odorifera* (3 em 1) e *E. tenuipedunculata* (1 em 1). É interessante ressaltar que *C. viride*, *O. catharinensis, O. odorífera e E. tenuipedunculata* apareceram apenas nos conjuntos de parcelas situados na parte mais alta do morro (Fig.3).
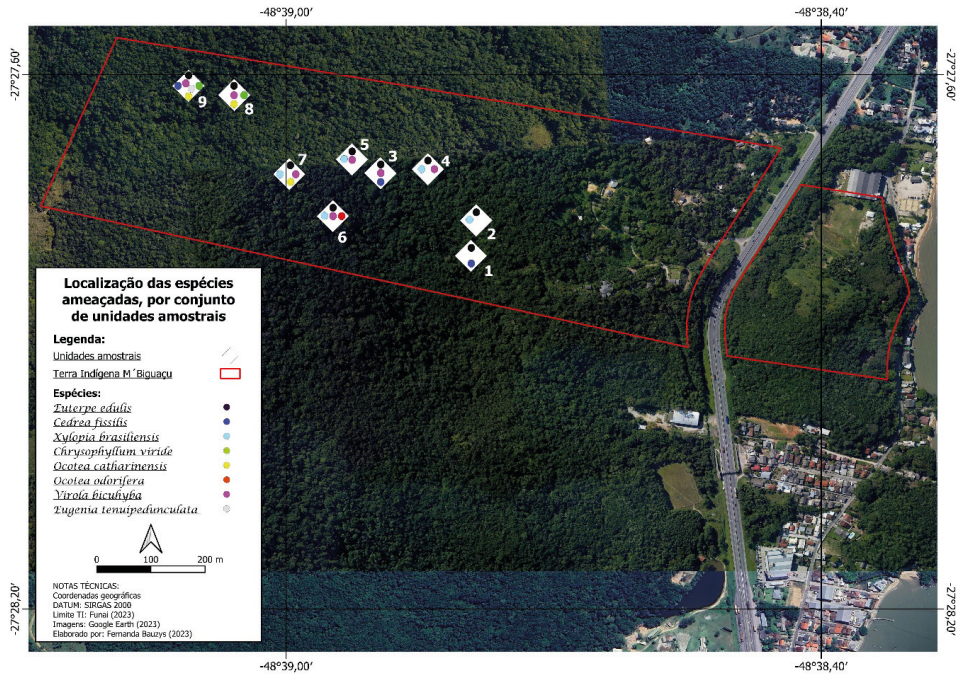
Figura 3. Mapa de localização das espécies ameaçadas por conjunto de unidades amostrais. Elaboração: Fernanda Bauzys (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo contribuiu para o conhecimento da diversidade e do status de conservação das espécies arbóreas na Terra Indígena Guarani M'biguaçu, ressaltando a importância deste remanescente florestal para a preservação da biodiversidade da Mata Atlântica. A identificação de 148 espécies arbóreas, das quais 73 endêmicas do Brasil e 42 da Mata Atlântica, reforça o valor ecológico desta área.

A presença de oito espécies em algum grau de ameaça, segundo o Centro Nacional de Conservação da Flora, revela a fragilidade da biodiversidade local e a urgência de ações de conservação. Espécies como *Ocotea catharinensis*, classificada como "Criticamente em Perigo" (CR) na Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina, destacam-se pela necessidade de medidas específicas de proteção.

Embora não estejam incluídas especificamente nas áreas designadas para a conservação da natureza, estudos têm demonstrado que as Terras Indígenas desempenham uma função significativo nesse contexto. Nesse sentido, os resultados obtidos no presente estudo reforçam a importância da TI M'biguaçu nesse papel, constituindo uma área protegida para a manutenção de populações de espécies arbóreas ameaçadas de extinção.

Portanto, é fundamental que estratégias de conservação sejam implementadas de forma a garantir a preservação deste habitat e das espécies que nele ocorrem. Recomenda-se a elaboração de planos de manejo que envolvam a comunidade local, que desempenha um papel vital na manutenção e proteção da floresta. Programas de educação ambiental e a promoção de atividades de pesquisa científica contínua são essenciais para monitorar a saúde do ecossistema e adaptar as estratégias de conservação conforme necessário.

A TI Guarani M'biguaçu representa um importante refúgio de biodiversidade da Mata Atlântica e a conservação das espécies ameaçadas identificadas neste estudo depende de ações integradas e coordenadas entre órgãos governamentais, organizações não governamentais e a comunidade local. Desta maneira, este estudo espera servir como base para futuras pesquisas e políticas de conservação que garantam a preservação desta rica diversidade biológica para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, 5 out. 1988.

BRASIL. **Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p.1, 2006.

CNCFLORA. **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2024**. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/ >. Acesso em: 11 Jun. 2024.

FAMABI. **Plano Municipal da Mata Atlântica de Biguaçu**. 2018. Disponível em: https://www.famabi.net/_files/ugd/7d1f6b_c17f25586cd1446c978d4c980778e687.pdf. Acesso em: 01 Jun. 2024.

FERREIRA, L. V.; VENTICIQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157–166, abr. 2005.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2024. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 01 Jun. 2024.

FLORESTASC. **Lista das espécies encontradas no componente arbóreo das florestas avaliadas pelo FlorestaSC**. 2024. Disponível em: https://www.iff.sc.gov.br/ . Acesso em: 10 Jun. 2023.

FUNAI. **Fundação Nacional do Índio**. 2024. Disponível em: http://sii.funai.gov.br/funai_sii/index.wsp . Acesso em: 10 Jun. 2024.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 2012. 275 p.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em < http://iucnredlist.org >. Acesso em: 11 Jun. 2024.

LINGNER, D. V., et al. Fitossociologia do componente arbóreo/arbustivo da Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina. In: A. C. VIBRANS., et al. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Densa**. Edifurb, Blumenau, v.4, p.159-200. 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022**. Diário Oficial da União, nº 108, 08 jun. 2022, Seção 1, pp. 74-91. Disponível em < https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733 >. Acesso em: 11 Jun. 2024.

OLIVEIRA, L. Z., et al. Metodologia de classificação de espécies arbóreas em formas de raridade e de avaliação de diversidade genética de 13 espécies no estado de Santa Catarina. In: A. L. DE GASPER, L., et al. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Espécies arbóreas raras de Santa Catarina**. Edifurb, Blumenau, v.7, p. 31-43. 2018.

OVIEDO, A. F. P.; DOBLAS, J. **As florestas precisam das pessoas**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://mapbiomas.org.>. Acesso em: 11 Jun. 2024.

PPG I. Pteridophyte Phylogeny Group I. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. **Journal of Systematics and Evolution**, 54(6): 563-603. 2016.

REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1965. 71 p.

RICKETTS, T. H. et al. Indigenous lands, protected areas, and slowing climate change. **PLoS Biology**, v. 8, n. 3, mar. 2010.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual de Meio Ambiente - CONSEMA. **Resolução n. 51/2014. Lista oficial das espécies da flora ameaçada de extinção no estado de Santa Catarina.** 2014. Disponível em: https://www.ima.sc.gov.br/index.php/biodiversidade/biodiversidade/flora. Acesso em: 01 Mai. 2024.

SOBRAL, M., et al. **Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande do Sul**. RiMa Editora, São Carlos, 2013. 357 p.

CAPÍTULO 5

GUIA SIMPLIFICADO E VISUAL DAS ESTRUTURAS SECRETORAS EXTERNAS DE PLANTAS: FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA BOTÂNICA

Data de aceite: 02/09/2024

Camila Moreno Lopes de Andrade
Universidade Federal de Lavras

Yohanna Vassura
Universidade Federal de Lavras

Bruno Henrique Feitosa
Universidade Federal de Lavras

André Maciel da Silva Sene
Universidade Federal de Lavras

Luana de Jesus Sartori
Universidade Federal de Lavras

Lais Silva de Castro
Universidade Federal de Lavras

Joabe Meira Porto
Universidade Federal de Lavras

Fernanda de Oliveira
Universidade Federal de Lavras

Marinês Ferreira Pires Lira
Universidade Federal de Lavras

Vanessa Cristina Stein
Universidade Federal de Lavras

RESUMO: Este livro responde à necessidade de uma abordagem prática e organizada para o estudo das Estruturas Secretoras de Plantas no Brasil. Utilizando uma linguagem simples e acessível, oferece um guia introdutório que simplifica o preparo, visualização e identificação dessas estruturas em plantas. Ricamente ilustrado com fotos obtidas pelo discentes, em aulas práticas da disciplina de Estruturas Secretoras do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada, o livro facilita a compreensão visual e prática, sendo uma ferramenta valiosa para estudantes de várias áreas. Seu objetivo é promover o interesse e o aprofundamento no estudo da Botânica, tornando o aprendizado mais acessível e envolvente.

PALAVRAS-CHAVE: botânica, tricomas, nectários, hidatódios.

INTRODUÇÃO

Estruturas secretoras de plantas são responsáveis pela produção e liberação de diversas substâncias. A secreção nas plantas é um fenômeno complexo, que envolve a separação de substâncias do protoplasto ou seu isolamento em partes do próprio protoplasma (Evert & Esau, 2013). Esse processo pode ser observado em nosso cotidiano, como quando borboletas buscam néctar nas flores, quando sentimos o aroma característico das plantas, ou ao tocarmos em uma urtiga durante uma caminhada na floresta (Crang et al., 2018).

As moléculas secretadas pelas plantas podem apresentar-se de várias formas: como íons excedentes, que são eliminados na forma de sais; como assimilados, incluindo açúcares e componentes da parede celular; ou como produtos do metabolismo secundário (Evert & Esau, 2013). Dessa maneira, as estruturas secretoras são essenciais para a biossíntese e/ou acúmulo de metabólitos primários e secundários, atuando como centros de produção e armazenamento dessas substâncias (Bhatla & Lal, 2023).

As estruturas secretoras estão distribuídas em diversos órgãos das plantas, podendo ser encontradas tanto em órgãos vegetativos (como folhas, caules e raízes) quanto em órgãos reprodutivos (como sementes, frutos e flores). Esses locais de biossíntese podem ser consistidos de células individuais ou em estruturas multicelulares, que desempenham a função secretora. No entanto, a classificação anatômica dessas estruturas apresenta um desafio significativo para os botânicos devido à variedade de características fisiológicas, anatômicas e topográficas (Fahn, 2000; Mauseth, 1988).

Para facilitar o estudo e o ensino, a maioria dos autores agrupa essas estruturas em duas categorias principais: **estruturas secretoras externas** e **estruturas secretoras internas** (Esau, 1977). Nas **estruturas secretoras internas** as substâncias são secretadas para o ambiente interno à planta, permanecendo no interior de células e cavidades internas, por outro lado, nas **estruturas secretoras externas** as substâncias são secretadas para o ambiente externo à planta, emergindo das células secretoras superficiais.

Estruturas secretoras externas, de acordo com Evert e Esau (2013), incluem:

- **Tricomas glandulares**: Estruturas especializadas em secretar substâncias como óleos essenciais e resinas.

- **Nectários**: Produzem néctar

- **Hidatódios**: Envolvidos na excreção de água e solutos, são encontrados geralmente nas margens das folhas.

- **Coléteres**: Secretam mucilagem e outros compostos pegajosos, geralmente presentes em brotos jovens e órgãos em desenvolvimento.

- **Glândulas de sal**: Excretam sais, frequentemente encontradas em plantas de ambientes salinos.

- **Glândulas digestivas**: Secretam enzimas digestivas em plantas carnívoras, facilitando a digestão de presas.

Estruturas secretoras internas, também descritas por Evert e Esau (2013), incluem:

- **Células de óleo**: Armazenam óleos essenciais e outros lipídios, distribuídas em diferentes partes da planta.

- **Células de mucilagem**: Produzem mucilagem, uma substância viscosa que auxilia na retenção de água e proteção contra desidratação.

- **Cavidades**: Espaços dentro dos tecidos da planta que acumulam secreções, como resinas ou óleos.

- **Canais secretores**: Longos canais que distribuem substâncias ao longo dos tecidos vegetais, como resinas ou látex.

- **Canais resiníferos**: Específicos para a secreção de resinas, ajudam na defesa contra herbívoros e infecções.

- **Laticíferos**: Produzem látex, uma substância que pode servir como defesa química e estrutural em várias plantas.

Esta classificação visa permitir o entendimento mais abrangente das funções e localizações das estruturas secretoras nas plantas, facilitando estudos avançados sobre seu papel ecológico e potencial aplicação biotecnológica.

As estruturas secretoras desempenham um papel essencial na proteção das plantas contra fatores abióticos e bióticos, como excesso de radiação solar, excesso de minerais, herbivoria e ataques de patógenos agindo como uma linha de defesa para o organismo vegetal (DAS Chandan, 2024). Desempenham também, um papel crucial na reprodução e promoção da diversidade genética, através, por exemplo, da sua capacidade de atrair polinizadores (Kalpana et al., 2024). e interferem nas interações planta-inseto, influenciando diretamente o comportamento e a ecologia desses polinizadores. Algumas estruturas secretoras, particularmente nas fanerógamas, também participam ativamente na dispersão e germinação de sementes, contribuindo assim para a propagação e perpetuação da espécie (Kanagarajan et al., 2023).

Em resumo, as estruturas secretoras são componentes multifuncionais que contribuem tanto para a proteção quanto para a adaptação das plantas em diferentes ambientes, auxiliam na regulação do metabolismo e facilitam interações ecológicas essenciais. Essas características tornam as estruturas secretoras um tópico fascinante e fundamental para a compreensão da biologia vegetal e de sua ecologia.

As estruturas secretoras e/ou as substâncias produzidas têm um potencial econômico significativo. Elas são valorizadas na produção de óleos essenciais, produtos medicinais e biodiesel, entre outros, gerando interesse em setores como o farmacêutico, combustível e alimentício.

Este manual foi desenvolvido considerando o contexto da disciplina de Estruturas Secretoras do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada da Universidade Federal de Lavras. Ele se concentra especificamente em estruturas secretoras externas, como tricomas glandulares, nectários e hidatódios.

TRICOMA GLANDULAR

Os tricomas glandulares são apêndices epidérmicos, originados da protoderme, capazes de secretar uma ampla variedade de compostos orgânicos complexos (Crang et al., 2018), como óleos essenciais, sais, mucilagens e outras substâncias (Apezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro, 2012), sendo considerados verdadeiras minifábricas vegetais (Crang et al., 2018).

Essas estruturas podem ser unicelulares ou, mais comumente, multicelulares, compostos por células basais, pedunculares e apicais diferenciadas (Fahn, 2000), que têm a capacidade de secretar ou armazenar grandes quantidades de metabólitos secundários, também conhecidos como especializados (Huchelmann et al., 2017).

Iniciando seu desenvolvimento, simultaneamente ao das folhas, os tricomas glandulares podem ser encontrados em estágios morfologicamente mais avançados em algumas espécies. É importante destacar que, enquanto a protoderme possui células meristemáticas capazes de diferenciação celular contínua, novos tricomas podem continuar a se desenvolver (Evert & Esau, 2013).

Os tricomas glandulares apresentam uma variedade de formas, números de células, dimensões (Figura 1) e processos secretórios, o que dificulta sua classificação. Assim, a classificação geralmente baseia-se na morfologia do tricoma ou na composição química de seu produto de secreção.

Dentre os tricomas glandulares mais estudados estão os **tricomas glandulares peltados**, que possuem uma célula basal, um pedúnculo/pescoço curto com paredes laterais cutinizadas, e uma cabeça contendo de 4 a 18 células secretoras dispostas em uma única camada, formando um ou dois anéis concêntricos. Seu produto de secreção permanece acumulado em um espaço subcuticular, formado pelo descolamento da cutícula junto com a camada externa da parede celular, até que forças externas provoquem a ruptura da cutícula e a liberação da secreção armazenada.

Já os **tricomas glandulares capitados** possuem uma célula basal, um pedúnculo/pescoço maior com uma ou várias células, e uma cabeça ovóide ou esférica contendo de 1 a 4 células. Nesse caso, ocorre uma leve elevação da cutícula acima das células da cabeça dos tricomas, que possuem poros pelos quais os produtos de secreção são liberados. Outro tipo bem estudado são os tricomas glandulares urticantes, que possuem células de parede calcificadas emergindo do tecido epidérmico e suportam uma célula secretora afunilada com uma ponta esférica na extremidade. Essa ponta se rompe ao entrar em contato com a pele, transformando-se em uma agulha que penetra e injeta o produto de secreção irritante, frequentemente causando reações alérgicas severas (Evert & Esau, 2013).
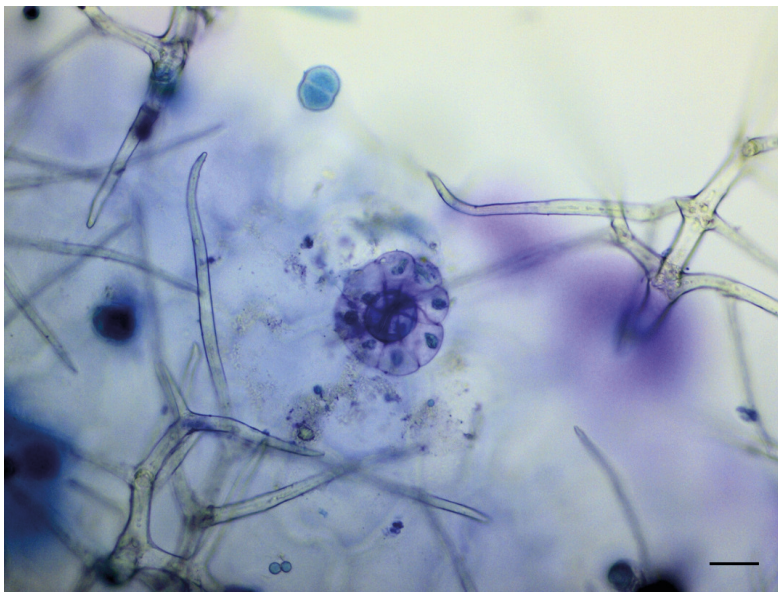
Figura 1. Tricomas tectores e glandulares em corte paradérmico de folhas de *Lavandula angustifolia* e detalhe cabeça secretora multicelular. Barras = 50µm. Autora Yohanna Vassura.

A diversidade dos tricomas glandulares (forma, número de células e tipos de compostos secretados) é influenciada por vários fatores relacionados à sua função, incluindo o tipo e número de células secretoras e os metabólitos produzidos, refletindo diferentes eventos evolutivos (Severson et al., 1985; Huchelmann et al., 2017; Feng et al., 2021).

Em termos de forma e estrutura, tricomas glandulares são geralmente multicelulares, compostos por uma **cabeça** que produz os metabólitos especializados, um **pedúnculo** que sustenta a cabeça, e uma **porção basal** que a conecta às células epidérmicas (Figura 2). Quanto ao formato existem dois tipos principais de tricomas glandulares, os **peltados**, com uma cabeça secretora robusta composta por várias células secretoras e podem ter pedúnculo uni ou bicelulares curtos, e os **capitados**, que possuem geralmente uma cabeça menor e um pedúnculo multicelular variável em número e tamanho de células (Feng et al., 2021).
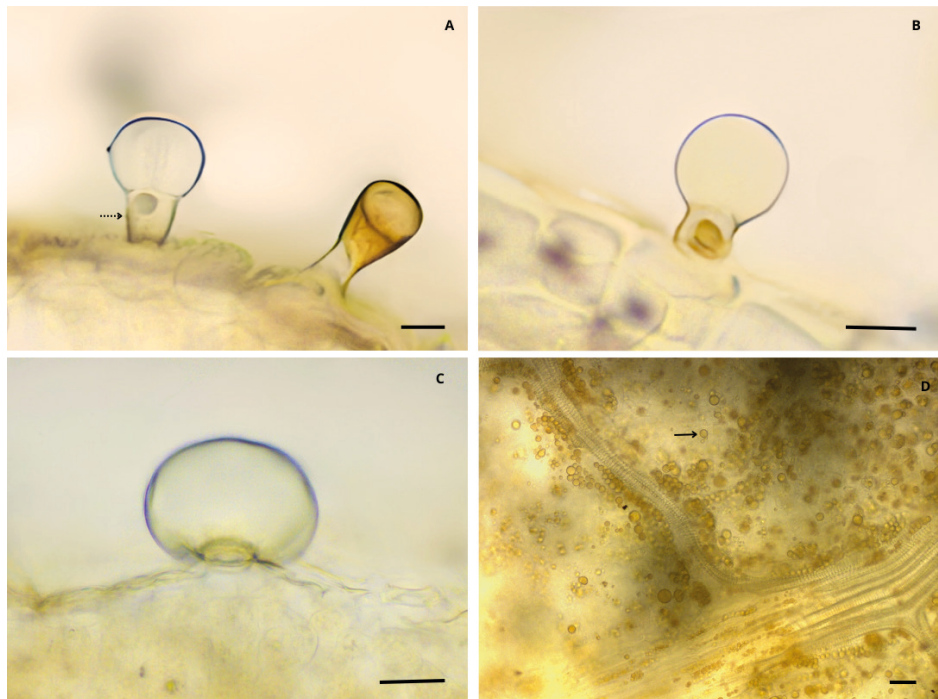
Figura 2. Fotomicrografias de cortes transversais de folha de *Lavandula* sp. a -b) Tricoma secretor capitado com evidência (seta pontilhada) ao pedúnculo e cabeça com duas células. c) Tricoma secretor peltado de *Lavandula* sp. d) óleos essenciais. Autores Yohanna Vassura e Bruno Henrique Feitosa.

Os tricomas glandulares secretores apresentam diferentes morfologias e composições químicas em suas secreções, com variações observadas entre espécies da mesma família ou gênero. No gênero *Solanum*, por exemplo, várias espécies apresentam tricomas glandulares com características distintas, como cabeça grande com pedúnculo curto, ou cabeça globular em formato doliforme com uma célula de pedúnculo, entre outras variações morfológicas (Watts & Kariyat, 2021). No gênero *Mentha*, em espécies como *Mentha spicata, Mentha suaveolens e Mentha piperita*, tricomas capitados foram encontrados com diferentes arranjos estruturais, como cabeça globular grande com pedúnculo unitário curto, ou cabeça cilíndrica com talo unisseriado, exemplificando ainda mais a diversidade morfológica dos tricomas glandulares (Choi & Kim, 2013).

As funções ecológicas exercidas pelos tricomas glandulares nas plantas podem estar relacionadas com fatores abióticos (proteção contra a radiação solar, proteção contra perda de água, acúmulo de minerais), fatores bióticos (eliminação de predadores, parasitas e agentes patogênicos) e controle fisiológico (troca de materiais e regulação metabólica) (Karabourniotis et al., 2020).

As principais substâncias secretadas pelos tricomas glandulares incluem terpenóides, fenilpropenos e flavonóides, estes promovem proteção contra predadores (Glas et al., 2012), como por exemplo nas plantas de tabaco (Uzelac et al., 2021), ou atrai polinizadores como as abelhas para realização da polinização cruzada (Sasidharan et al., 2020).

Os tricomas glandulares também têm diversas aplicações econômicas. As secreções dessas estruturas contêm compostos bioativos que são amplamente utilizados nas indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia e agrícola, contribuindo significativamente para a economia global (Selwal et al., 2023).

Na indústria farmacêutica, devido à sua capacidade de produzir metabólitos secundários com propriedades medicinais, os tricomas glandulares são valiosos. Compostos como terpenoides e flavonoides e terpenos-fenólicos, extraídos dos tricomas glandulares, têm propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e anti tumorais (Mohammadi-Cheraghabadi et al., 2023). A *Digitalis purpurea* (dedaleira), é um exemplo, cujos tricomas glandulares produzem glicosídeos cardíacos, como a digitoxina e a digoxin, fundamentais no tratamento de insuficiência cardíaca e arritmias, pois ajudam a aumentar a força das contrações cardíacas e a regular o ritmo cardíaco (Khalil et al., 2023). A *Atropa belladonna* produz alcalóides, como a atropina, usados em medicamentos para dilatação pupilar e tratamento de condições cardíacas (Karunarathna, 2024) .

Na indústria cosmética, os compostos voláteis e óleos essenciais secretados pelos tricomas glandulares são amplamente aplicados devido às suas propriedades aromáticas e terapêuticas. A *Lavandula angustifolia* (lavanda) é um exemplo proeminente, onde os óleos essenciais extraídos dos tricomas são utilizados em perfumes, cremes e produtos de aromaterapia (Crisan et al., 2023).

Na indústria alimentícia, os compostos derivados dos tricomas glandulares têm diversas aplicações como aromatizantes e conservantes naturais. O mentol, extraído dos tricomas de *Mentha piperita* (hortelã-pimenta), é amplamente utilizado para aromatizar alimentos e bebidas, além de servir como um conservante natural (Gholamipourfard et al., 2021). Além disso, na agricultura, os compostos bioativos produzidos pelos tricomas glandulares, podem ser aplicados como bioinseticidas e agentes de controle biológico, ajudando a reduzir a dependência de pesticidas sintéticos. *Artemisia annua*, conhecida por produzir artemisinina, um sesquiterpeno lactônico, demonstra eficácia no controle de várias pragas agrícolas e na redução da necessidade de pesticidas químicos (Ivănescu et al., 2021).

Os tricomas glandulares são uma rica fonte de compostos bioativos com diversas aplicações econômicas e o estudo e exploração sustentável dos tricomas glandulares e suas secreções não apenas amplia o desenvolvimento de produtos e tecnologias inovadoras, mas também promove a preservação do meio ambiente e o uso responsável dos recursos naturais.

Atividade prática proposta

Tricomas glandulares

OBJETIVO: Analisar os diferentes tipos de tricomas presentes na espécie *Lychnophora pinaster* Mart. (Asteraceae) a partir de cortes transversais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar esta aula prática você irá precisar de:

- Lâmina de barbear
- Vidro relógio
- Isopor ou pecíolo de embaúba
- Água destilada
- Água glicerinada
- Azul de toluidina
- Sudan IV
- Pipeta de pasteur
- Lâminas
- Lamínulas
- Pincel
- Microscópio de luz

Procedimento prático:

1. Selecione folhas ou partes da planta onde os tricomas glandulares são visíveis, preferencialmente folhas jovens ou estruturas em desenvolvimento;

2. Usando uma lâmina de barbear afiada, corte um pequeno quadrado da porção mediana de uma das folhas do ramo;

3. Envolva o quadrado recortado com duas pequenas partes de isopor para auxiliar no momento do corte;

4. Cuidadosamente faça cortes transversais nas folhas. Os cortes devem ser finos o suficiente para permitir a visualização dos tricomas glandulares, mas tenha cuidado para não danificar excessivamente as estruturas;

5. Com o auxílio de uma lâmina de barbear, Coloque os cortes transversais em uma lâmina de vidro limpa;

6. Para visualização dos compostos lipofílicos, utilize o corante Sudan IV para corar os cortes.

7. Adicione uma gota de água ou solução de montagem (por exemplo, glicerol) para cobrir os cortes e evitar que sequem durante a observação.

8. Utilize um microscópio estereoscópico ou um microscópio óptico com baixa ampliação para observar os tricomas glandulares à mão livre.

9. Documente suas observações através de fotografias ou esquemas dos tricomas glandulares.

10. Faça anotações sobre as características morfológicas dos tricomas, como forma, tamanho e disposição celular.

11. Compare suas observações com literatura existente sobre tricomas glandulares em *Lychnophora pinaster* e outras espécies relacionadas.

12. Mantenha um registro detalhado de todos os procedimentos realizados e resultados obtidos.

13. Compile suas observações e análises em um relatório simples, descrevendo os métodos utilizados, resultados observados e conclusões alcançadas.

Responda as perguntas a seguir:

A. Quais tipos de tricomas você conseguiu observar?

B. Em qual plano de corte foi mais fácil visualizar os tricomas?

C. Todos os tricomas foram corados pelo Sudan IV? Por quê?

HIDATÓDIOS

Os hidatódios são pequenas aberturas na ponta da folha que ficam descobertas pela cutícula, o que permite a gutação do excesso de água através das folhas. (Banerjee et al, 2019). Essas estruturas secretoras externas exsudam água e/ou outras substâncias dissolvidas, com sais minerais ou aminoácidos. Quando essa água é liberada para o meio externo da planta, ela costuma exsudar em forma de gotícula, processo este denominado como gutação (Crang et al. 2018).

É importante destacarmos que, para alguns pesquisadores, não existe uma determinação tão evidente entre a diferença de hidatódios e glândulas de sal, uma vez que os hidatódios também podem liberar sal, mas é importante destacar que as glândulas de sal não possuem contato direto com o sistema vascular da planta, ao contrário dos hidatódios (Evert & Esau, 2013). O acúmulo de nanopartículas insolúveis adjacentes aos hidátodos foi observado em pepinos, onde o ^{141}Ce radioativo, proveniente do nano-$^{141}CeO_2$ dificilmente insolúvel, foi observado nas pontas da folha e irregularidades no ponto terminal do feixe vascular (Zhang et al., 2011).

Existem dois tipos de hidatódios: passivos e ativos. Os **hidatódios passivos** normalmente são localizados nas margens ou ponta das folhas, e a água é fornecida pelos feixes vasculares e passa pelos espaços intercelulares do epitema, que é um tecido composto por células do mesofilo. Esse processo ocorre sempre que a pressão radicular aumenta. Segundo Crang et al. (2018), o processo da gutação descrito por Evert e Esau (2013) ocorre pelo hidatódio do tipo passivo, sem gasto energético. Nesse processo, a água é exsudada para as margens ou pontas foliares. Além de ser transportada pelos feixes vasculares, a água também percorre por espaços intercelulares, denominados de epitema. O epitema é considerado um tecido, pois apresenta células do mesofilo diferenciadas em feixes vasculares para liberação do exsudato, que ocorre por meio de estômatos modificados para permanecerem permanentemente abertos. Evert e Esau (2013) destacam que em alguns hidatódios passivos, as paredes celulares dos feixes vasculares podem conter uma camada espessa com suberina ou apresentar estrias de caspary. As estrias de caspary ou suberina conferem resistência à planta contra patógenos, uma vez que é uma região de exposição.

Os **hidatódios ativos** tem forma de tricomas glandulares e a água é ativamente exsudada pelas células secretoras que não estão ligadas a elementos traqueais condutores de água, esse não depende da pressão radicular para liberação de água (Crang et al., 2018). Evert e Esau (2013) relatam que o transporte do exsudato aquoso do interior para a superfície externa do órgão vegetal ocorre devido à pressão exercida pela raiz, caracterizando a gutação. Os hidatódios do tipo ativo se apresentam na forma de tricomas glandulares e envolvem gasto de energia, devido o transporte ser realizado por células secretoras. Essas células não possuem conexão com o sistema vascular da planta (Crang et al., 2018).
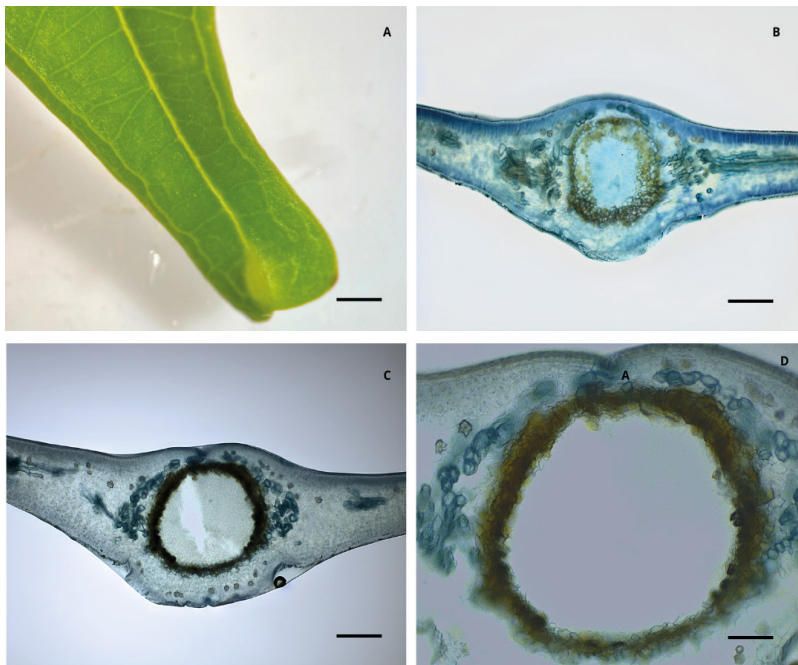
Figura 3. *Lafoensia pacari* - Dedaleiro: a) Foto da folha de Dedaleiro com detalhe da estrutura secretora hidatódio; b - c) Fotomicrografias da secção transversal da folha com detalhe de tecido epitelial com início da abertura do hidatódio; d) secção transversal da folha com detalhe do hidatódio; Barras = 50µm. Autores Yohanna Vassura e Bruno Henrique Feitosa

Os hidatódios podem apresentar distintas funções dependendo do meio em que a planta se encontra. Uma dessas funções é regular a água na planta, por meio de sua eliminação através do processo de gutação. Essa estrutura também está intimamente ligada à eliminação do excesso de sais dissolvidos no corpo da planta devido ao estresse salino. Esse fenômeno geralmente ocorre em plantas de ambientes costeiros (Rios & Dalvi, 2020). Os hidatódios desempenham o papel de válvula, liberando o excesso de pressão hidrostática; além disso, atuam no controle da senescência das folhas e no processo de fotossíntese (Singh, 2014). No estudo de Burgess e Dawson (2004), foram encontrados hidatódios desempenhando a função inversa, coletando água condensada do nevoeiro ou até mesmo do orvalho. Geralmente, plantas de ambiente muitos secos possuem essa estratégia, causando um fluxo hídrico inverso entre o poro e a vascularização.

Alguns estudos apontam que o exsudado da gutação pode conter compostos, como alcalóides, que atuam na defesa contra predadores e parasitas, atuando como um herbicida natural. As plantas presentes em solos ricos em metais tendem a exsudar o excesso de elementos nocivos, favorecendo o crescimento de outras plantas em solos inóspitos. Os fluidos exsudatos podem conter proteínas antibacterianas que, além de proteger a planta, aumentam a resistência de algumas culturas agrícolas. Esses exsudados possuem potencial econômico para a produção de fármacos e diversas aplicações na agricultura, visando maior segurança alimentar (Singh, 2014).

PROPOSTA DE AULA PRÁTICA

Hidatódios

OBJETIVO: O objetivo da aula é a montagem de lâminas histológicas para a observação em microscópio e obtenção de fotomicrografias que evidenciem os hidatódios, suas células e tecidos constituintes.

MATERIAIS E MÉTODOS:

Para realizar esta aula prática você irá precisar de:

- Lâminas de barbear
- Isopor ou pecíolo de embaúba
- Placa de petri ou vidro relógio
- Água destilada
- Hipoclorito de sódio ou água sanitária
- Corante Safrablau
- Água glicerinada
- Lâminas
- Lamínulas
- Pincel
- Microscópio de luz

Procedimentos práticos:

1. Identifique uma planta que possua hidatódios em suas folhas, como a *Lafoensia pacari* (Lythraceae), muito comum no Domínio Atlântico;

2. Usando uma lâmina de barbear afiada, corte um pequeno quadrado na porção mediana de uma das folhas do ramo;

3. Envolva o quadrado recortado com duas pequenas partes de isopor para auxiliar no momento do corte;

4. Cuidadosamente, faça cortes transversais nas folhas. Os cortes devem ser finos o suficiente para permitir a visualização dos hidatódios, mas tenha cuidado para não danificar excessivamente as estruturas;

5. Coloque os em placa de petri ou vidro relógio, utilizando como meio de solução a água destilada;

6. Adicione hipoclorito de sódio à água, na proporção de 1:1, para o processo de clarificação, que auxilia tanto na etapa de coloração quanto na observação;

7. Lave os cortes em água destilada, retirando todo o hipoclorito de sódio. Nesta etapa, devem ser realizadas de três a cinco lavagens, deixando os cortes embebidos em água destilada por cerca de um minuto em cada uma delas;

8. Realize e coloração dos cortes com Safrablau;

9. Com uma pinça ou pincel, coloque os cortes transversais em uma lâmina de vidro limpa;

10. Adicione uma gota de água ou solução de montagem (por exemplo, glicerol) para cobrir os cortes e evitar que sequem durante a observação.

11. Utilize um microscópio estereoscópico ou um microscópio óptico com baixa ampliação para observar os cortes à mão livre;

12. Documente suas observações através de fotografias ou esquemas dos hidatódios;

14. Faça anotações sobre as características morfológicas dos hidatódios, como forma, tamanho e disposição celular;

15. Compare suas observações com literatura existente;

16. Mantenha um registro detalhado de todos os procedimentos realizados e resultados obtidos;

17. Compile suas observações e análises em um relatório simples, descrevendo os métodos utilizados, resultados observados e conclusões alcançadas;

Responda as perguntas a seguir:

A. Como é chamada a secreção de água pelos hidatódios?

B. A secreção dos hidatódios é proveniente de qual tecido vegetal?

C. Quais são as condições para que ocorra o fenômeno da gutação?

NECTÁRIOS

Os nectários são estruturas secretoras encontradas em plantas vasculares que produzem o néctar, uma solução açucarada com diferentes composições, dependendo da espécie, rica em nutrientes (Fotirić Akšić et al., 2023). Essas estruturas desempenham papéis essenciais na ecologia das plantas, pois influenciam nas interações com polinizadores, herbívoros e na defesa contra patógenos (Schmitt et al., 2021). Os nectários, dependendo de sua localização, podem ser classificados em dois tipos principais: nectários florais, associados às flores, e nectários extraflorais, encontrados em outras partes da planta, excluindo as flores.

Os nectários florais são geralmente encontrados nas mais diversas peças florais, como nos estames, carpelos, pétalas ou receptáculo floral (Erbar, 2014). Existem, por exemplo, os nectários intraestaminais, localizados nos estames, ou os nectários septais, que ficam na base ou sobre o ovário (Crang et al., 2018). Sua função primordial é atrair polinizadores, fornecendo néctar como fonte de alimento. Embora os aminoácidos no néctar ocorram em concentrações muito mais baixas do que os açúcares, eles são uma fonte de nitrogênio para os polinizadores e contribuem para o sabor do néctar. Todos os 20 aminoácidos essenciais para a construção de proteínas foram detectados no néctar, e as preferências dos insetos por aminoácidos específicos também são conhecidas (Seo et al., 2019). O néctar é consumido pelos polinizadores, que transportam o pólen entre flores, realizando a polinização cruzada e a reprodução das plantas (Torezan-Silingardi et al., 2021).

Os nectários florais também podem desempenhar papéis cruciais na determinação do sucesso reprodutivo da planta, influenciando a taxa de visitação de polinizadores e o número de frutos produzidos. A composição química do néctar varia dependendo da espécie, o que pode influenciar a preferência dos polinizadores e afetar a competição entre plantas por polinizadores específicos (Albrecht et al., 2012).

Por outro lado, os nectários extraflorais, localizados frequentemente em folhas, caules ou pedúnculos, estão associadas principalmente à defesa das plantas contra herbívoros e patógenos. O néctar produzido pelos nectários extraflorais atrai formigas, besouros e outros insetos predadores que, em troca do alimento, protegem a planta contra herbívoros (Heil, 2015). Este sistema de defesa mutualística, conhecido como defesa indireta, consiste na presença de néctar extrafloral para promover a proteção da planta por meio da atividade predatória de insetos. A eficácia desta defesa pode variar dependendo da interação específica entre a planta hospedeira e os visitantes dos nectários extraflorais, bem como das condições ambientais locais (Bezerra et al., 2021).
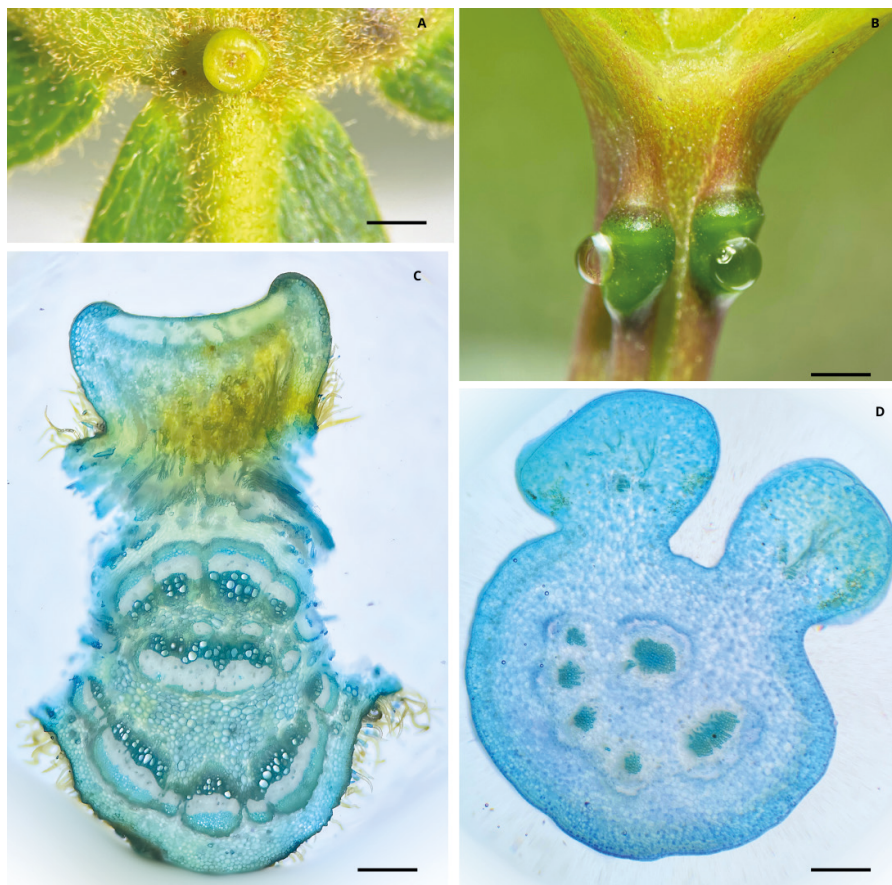
Figura 4. *Inga vera*. Inga a) Foto da folha de Ingá com detalhe do Nectário extrafloral; b)Secção paradérmico da folha; c)- Secção transversal da folha e pecíolo com detalhe do nectário extrafloral; d) Secção transversal do nectário extrafloral. Barras = 50µm. Autora Yohanna Vassura

Anatomicamente, a classificação dos nectários pode variar também em termos de origem (ontogênico), morfologia e estrutura. Geralmente, os nectários são formados por um tecido parenquimático especializado, denominado tecido nectarífero, envolvido pela epiderme do nectário (Nepi, 2007). Os nectários são muito diversificados em sua anatomia e morfologia, apresentando muitos padrões estruturais. No entanto, eles são caracterizados principalmente por pequenas protuberâncias onde o néctar é coletado em um reservatório. São compostos por uma epiderme de camada única e três ou quatros camadas de células subepidérmicas. Logo abaixo, encontram-se camadas de células parenquimáticas maiores, que podem apresentar tecido vascular (Crang et al., 2018).

Os tipos de nectários estão relacionados com a diversidade na estrutura anatômica e função, adaptados aos diferentes papéis ecológicos e interações com polinizadores ou outros organismos mutualistas. Essas variações estruturais permitem que as plantas atraiam polinizadores de forma eficaz, defendam-se contra herbívoros e cumpram suas funções ecológicas por meio da secreção de néctar (Mehltreter et al., 2022.).

Os nectários florais e extraflorais assumem papéis distintos em termos de função ecológica. Os nectários florais possuem relação direta com o processo de polinização, enquanto os extraflorais estão ligados à proteção da planta. Os nectários extraflorais são visitados por insetos, como formigas e vespas, que conferem proteção contra herbívoros em troca do néctar. Estudos apontam a importância ecológica dos nectários extraflorais no desenvolvimento de biocontrole de pragas em lavouras. Além disso, os néctares têm importância econômica na apicultura, na produção de mel (Rocha et al., 2011). Os nectários também têm uma relação direta com a produção agrícola, como evidenciado na produção do *Coffea arabica*, onde estudos revelaram que o volume do néctar diminui em plantas de café à medida que a flor envelhece. Foi constatado também que a quantidade de néctar está intimamente relacionada com a temperatura da área (Bareker et al., 2021).

Os nectários florais e extraflorais refletem adaptações evolutivas complexas das plantas às pressões do ambiente seletivo, e a diversificação estrutural e funcional dessas estruturas está relacionada a uma coevolução dinâmica com polinizadores, herbívoros e patógenos (Huang et al., 2022). Além disso, a regulação genética e bioquímica da produção de néctar em diferentes contextos ecológicos continua sendo um campo de estudo significativo, destacando a importância dos nectários na adaptação das plantas a ambientes variáveis e na manutenção da diversidade biológica (Barberis et al., 2023).

Proposta de aula prática

Nectários

OBJETIVO: Caracterizar os nectários extraflorais de *Inga vera* (Fabaceae).

MATERIAIS E MÉTODOS:

Para realizar esta aula prática você irá precisar de:

- Lâminas de barbear
- Isopor ou pecíolo de embaúba
- Placa de petri ou vidro relógio
- Água destilada
- Hipoclorito de sódio ou água sanitária
- Corante Safrablau
- Água glicerinada
- Lâminas
- Lamínulas
- Pincel
- Microscópio de luz

Procedimentos

1. Identifique uma planta que possui nectários extraflorais em suas folhas, como *Ingá vera;*

2. Usando uma lâmina de barbear afiada, corte um pequeno quadrado na porção mediana de uma das folhas que contém o nectário extrafloral;

3. Envolva o quadrado recortado com duas pequenas partes de isopor para auxiliar no momento do corte;

4. Cuidadosamente faça cortes transversais nas folhas. Os cortes devem ser finos o suficiente para permitir a visualização dos nectários extraflorais, mas tenha cuidado para não danificar excessivamente as estruturas;

5. Coloque os cortes em placa de petri ou vidro relógio com água destilada;

6. Adicione do hipoclorito de sódio à água, na proporção de 1:1, para o processo de clarificação, que auxilia tanto na etapa de coloração quanto na observação;

7. Lave os cortes em água destilada, retirando todo o hipoclorito de sódio. Nesta etapa, devem ser realizadas de três a cinco lavagens, deixando os cortes embebidos em água destilada por cerca de um minuto em cada uma delas;

8. Realize e coloração dos cortes com Safrablau;

9. Com uma pinça ou pincel, coloque os cortes transversais em uma lâmina de vidro limpa;

10. Adicione uma gota de água ou solução de montagem (por exemplo, glicerol) para cobrir os cortes e evitar que sequem durante a observação;

11. Utilize um microscópio estereoscópico ou um microscópio óptico com baixa ampliação para observar os cortes à mão livre;

12. Documente suas observações através de fotografias ou esquemas dos nectários extraflorais;

13. Faça anotações sobre as características morfológicas, como forma, tamanho e disposição celular;

14. Compare suas observações com literatura existente

15. Mantenha um registro detalhado de todos os procedimentos realizados e resultados obtidos;

16. Compile suas observações e análises em um relatório simples, descrevendo os métodos utilizados, resultados observados e conclusões alcançadas.

Responda a pergunta a seguir:

A. Por que plantas com NEFs são protegidas por formigas?

B. A secreção dos NEFs é proveniente de qual tecido vegetal?

JOGO ESTRUTURAS SECRETORAS ADAPTADO - LUDO BOTÂNICO: EXPLORANDO AS ESTRUTURAS SECRETORAS EM PLANTAS

O Ludo Botânico é um jogo educativo que se inspira na dinâmica do jogo Ludo para ensinar sobre as estruturas secretoras de plantas. Utilizando uma linguagem simples e acessível, o jogo pode transformar o aprendizado em uma jornada divertida e informativa.

O jogo, há um tabuleiro temático (Figura 5) que representa diferentes estruturas secretoras, e cartas (Tabela 1) que permitem os jogadores aprenderem sobre essas estruturas.
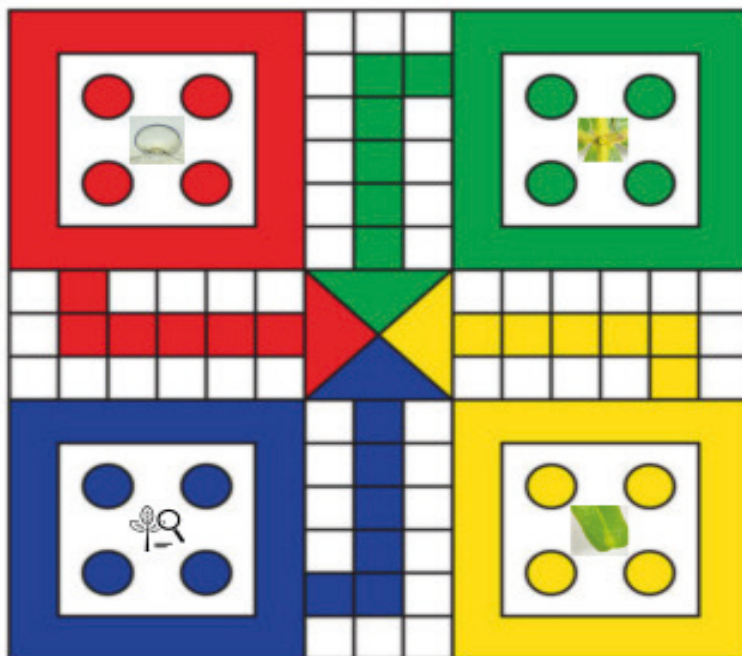
Figura 5. Tabuleiro Ludo Botânico: Explorando as Estruturas Secretoras em Plantas.

As cartas tem perguntas, desafios e informações sobre estruturas secretoras, que os jogadores precisam responder ou resolver para avançar no jogo. Ao final de cada "volta" no tabuleiro, os jogadores respondem perguntas de revisão para consolidar o aprendizado.

A abordagem lúdica aumenta o engajamento dos estudantes, a interatividade facilita a aprendizagem ativa e prática tornando o aprendizado das estruturas secretoras de plantas uma experiência envolvente e divertida, adequada para estudantes de diversas áreas, promovendo o interesse na Botânica e no estudo das plantas brasileiras.

Número da carta	Pergunta	Resposta	Número de casa para avançar (resposta certa) ou retroceder (resposta errada)
1	Tenho paredes com protuberâncias para o interior, membrana plasmática muito ampliada, abundância de mitocôndrias e abundância cisternas de retículo endoplasmático	Células secretora	5 casas
2	Nasci da desintegração celular	Lisogenia	3 casas
3	Meu produto secretado é libertado por ruptura e desintegração de células, incluindo a lise celular	Holócrina	6 casas
4	Minha secreção se acumula no interior de vesículas ou por transporte com gasto energético, sob a forma de ATP	Granulocrina	6 casas
5	Meu produto sai para o exterior do citoplasma por transporte ativo com gasto energético, sob a forma de ATP	Écrina	6 casas
6	Sou uma extensão da superfície externa das células epidérmicas em plantas	Tricomas	2 casas
7	Sou uma barreira protetora para Herbívoros, raios ultravioleta, ataques de patógenos, transpiração excessiva, propagação de sementes e proteção de sementes	Tricomas	3 casas
8	Minha dimensão e densidade estão relacionadas com fatores ambientais	Tricomas	4 casas
9	Posso ser peltado ou capitado	Tricoma glandular	5 casas
10	Tenho pé, pescoço e cabeça.	Tricoma glandular	6 casas
11	Tenho célula secretora afunilada, com parede celular siliciosa pequena dilatação esférica na ponte a substância urticantes	Tricomas	2 casas
12	Meu desenvolvimento é dividido em três etapas: pré-secretora, secretora e pós-secretora	Tricomas glandulares	3 casas
13	Minha formação na superfície dos órgãos vegetativos é uma reação adaptativa das plantas à influência de vários fatores ambientais.	Tricomas glandulares	4 casas
14	Meu nome é derivado do grego colla	Coléteres	2 casas
15	Tenho um fluido mucilaginoso de polissacarídeos e proteínas ou um fluido RESINOSO insolúvel em água	Coléteres	6 casas
16	Estou em órgãos foliares jovens e sua secreção pegajosa permeia e cobre a gema inteira	Coléteres	2 casas
17	Forneço cobertura protetora para as gemas dormentes e proteger os meristemas e as folhas jovens em diferenciação ou suas estípulas	Coléteres	3 casas
18	Não sou um tricomas porque dou formados de tecidos epidérmicos e subepidérmicos	Coléteres	4 casas

19	Posso ser do tipo escova – Rubiacea com ápice reduzido e células epidérmicas alongadas	Coléteres	5 casas
20	Minha presença, na superfície adaxial das estípulas interpeciolares do ápice vegetativo é uma das características mais importantes de Rubiaceae, que a distingue da maioria das outras famílias	Coléteres	6 casas
21	Minha secreção polissacarídica é utilizada como recurso alimentar pelas bactérias, atua como meio de entrada destas nas folhas através dos estômatos dos primórdios foliares	coléteres	2 casas
22	Libero um fluído aquoso com elevado conteúdo de açúcar	Nectário	3 casas
23	Meus açúcares podem ser complexo, mas na maioria das vezes consiste em uma mistura de sacarose, glicose e frutose	Nectário	4 casas
24	Minha tendência evolutiva foi de migração do perianto em direção ao ovário, estilete e estigma	Nectário	5 casas
25	Endress (1994) : sugeriu que posso exsudar uma substância espessa que fixa o pólen aos visitantes florais.	Nectário	6 casas
26	Posso atrair de formigas - dissuadir outros animais de injuriar as flores ou depositarem ovos nas plantas (McDade & Turner 1997).	Nectários extraflorais	2 casas
27	Geralmente sou constituído de EPIDERME e PARÊNQUIMA especializado	nectários	3 casas
28	Sou ser eliminada a forma líquida nas folhas	hidatódios	4 casas
29	Exsudo água com substâncias dissolvidas como aminoácidos e/ou baixas concentrações de sais.	hidatódios	5 casas
30	Possuo 1) Traqueídes terminais – 1 a 3 terminações vasculares, (2) EPITEMA – parênquima aclorofiado, parede delgada, acima ou distal às terminações vasculares, (3) bainha – continuação da bainha do feixe, (4) aberturas – poros de água	hidatódios	6 casas
31	Quando sou classificado como ativo ativos água é ativamente exsudada por células secretoras que não estão conectadas aos ELEMENTOS TRAQUEAIS	hidatódios	2 casas
32	Quando sou classificado como passivos geralmente localizados nas margens ou pontas das folhas de folhas e a água é fornecida por feixes vasculares e depois passa através espaços de um tecido chamado de EPÍTEMA	hidatódios	3 casas
33	Cresço em água salgada	Plantas halófitas	4 casas
34	Posso retardar a absorção de sal para evitar que ele entre na água da corrente de transpiração.	Plantas halófitas	5 casas

35	Posso sobrevivem em concentrações de sal de 200 mM e podem acumulam concentrações de sal de 500 mM	Plantas halófitas	6 casas
36	Sou o método para a planta sequestram Ca + 2 em uma forma não solúvel e não fisiológica e então remobilizá-lo se necessário (Franceschi e Nakata 2005).	Cristais	2 casas
37	Exibo birrefringência tal que a luz é refratado quando iluminado com luz polarizada no microscópio de luz	Cristais	3 casas
38	Sou uma células epidérmicas contendo carbonato de cálcio amorfo numa matriz de celulose	cistólito	4 casas
39	Provocou sensação de secura e “enrugamento” na boca após o consumo de fruta não amadurecida ou vinho tinto	Tanino	5 casas
40	Sou mais abundante em acácias que crescem em áreas de baixa pluviosidade, em comparação com aquelas que crescem em áreas de maior pluviosidade	Cristal	6 casas
41	Realizo Regulação sequestro ou excreção de íons Ca e manutenção do equilíbrio iônico	Cristais	2 casas
42	Minha descarboxilação é provável fonte de CO_2 para a fotossíntese	oxalato	3 casas
43	Posso estar envolvido nas reações de defesa dos tecidos vegetais contra patógenos através da produção de H_2O_2	oxalato	4 casas
44	Produz ácidos fortes como os ácidos fosfórico, nítrico o clorhídrico que matam e degradam o corpo da presa	Glândulas digestivas	5 casas

Tabela 1. Cartas com perguntas, desafios e informações sobre estruturas secretoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este guia sobre estruturas secretoras foi criado, pelos discentes do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada com o objetivo de oferecer um material didático prático, visual e acessível para o estudo dessas fascinantes estruturas. As imagens e fotomicrografias incluídas neste trabalho foram obtidas em aulas práticas e são um recurso valioso para a visualização das estruturas secretoras. Incentivamos os leitores a utilizá-las como referência durante suas aulas. Ao explorar as complexidades das estruturas secretoras, podemos aprofundar o conhecimento sobre botânica e desenvolver habilidades práticas aplicáveis em uma variedade de contextos científicos e acadêmicos. Que este guia inspire e motive o contínuo aprendizado e a apreciação da Botânica Aplicada.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo apoio na condução da aula prática, CAPES, CNPQ, FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, Matthias et al. Diverse pollinator communities enhance plant reproductive success. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1748, p. 4845-4852, 2012. https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1621

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal.** 3ª Edição. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 404p, 2012.

BANERJEE, Koushik et al. Methods of Using Nanomaterials to Plant Systems and Their Delivery to Plants (Mode of Entry, Uptake, Translocation, Accumulation, Biotransformation and Barriers). Mansour Ghorbanpour, Shabir Hussain Wani, **Advances in Phytonanotechnology, Academic Press**, p. 123-152, 2019. DOI: 10.1016/B978-0-12-815322-2.00005-5

BARBERIS, Marta et al. Secondary metabolites in nectar-mediated plant-pollinator relationships. **Plants**, v. 12, n. 3, p. 550, 2023. https://doi.org/10.3390/plants12030550

BAREKER, Tura et al. Dynamics of nectar secretion, honey production potential and colony carrying capacity of Coffea arabica L., Rubiaceae. **Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)**. v. 115(1), p. 125–138, 2021. https://doi.org/10.12895/jaeid.20211.1556

BEZERRA, Ranna Heidy Santos et al. Indirect plant defenses: volatile organic compounds and extrafloral nectar. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 15, n. 4, p. 467-489, 2021. DOI: 10.1007/s11829-021-09837-1

Burgess, S.S.O. & Dawson, T.E. The contribution of fog to the water relations of Sequoia sempervirens (D. Don): foliar uptake and prevention of dehydration. **Plant, Cell and Environment**. V. 27, p. 1023-1034, 2004. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2004.01207.x

CHOI, J. S.; KIM, E. S. Structural features of glandular and non-glandular trichomes in three species of Mentha. **Applied Microscopy,** v. 43, n. 2, p. 47-53, 2013. https://doi.org/10.9729/AM.2013.43.2.47

CRANG, R.; LYONS-SOBASKI, S.; WISE, R. **Plant Anatomy: A Concept-Based Approach to the Structure of Seed Plants**. Springer, Suíça, 725p., 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77315-5

CRIȘAN, Ioana et al. Current trends for lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) crops and products with emphasis on essential oil quality. **Plants**, v. 12, n. 2, p. 357, 2023. https://doi.org/10.3390/plants12020357

DAS Chandan. A Review on Understanding the Plant’s Secret Language for Communication and its Application. **Haya Saudi J Life Sci**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2024. DOI: 10.36348/sjls.2024.v09i01.001

ERBAR, Claudia. Nectar secretion and nectaries in basal angiosperms, magnoliids and non-core eudicots and a comparison with core eudicots. **Plant Diversity and Evolution**, v. 131, n. 2, p. 63-143, 2014. DOI:10.1127/1869-6155/2014/0131-0075

ESAÚ, K. **Anatomia das Plantas com Sementes**. 2ª Edição, John Wiley & Sons Ltd, Nova York. 1977

EVERT, R. F.; ESAU, K. **Anatomia das plantas de Esau:** meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

FAHN A. **Structure and function of secretory cells.** In: Hallahan D.L., Gray J.C., editors. Plant Trichomes. Academic Press; New York, NY, USA: 2000.

FENG, Zhongxuan et al. Glandular trichomes: new focus on horticultural crops. **Horticulture Research**, v. 8, p. 158, 2021. https://doi.org/10.1038/s41438-021-00592-1

FOTIRIĆ AKŠIĆ, MILICA ET AL. The Morpho-Anatomy of Nectaries and Chemical Composition of Nectar in Pear Cultivars with Different Susceptibility to Erwinia amlylovora. **Horticulturae**. v. 9(4), p. 424, 2023. https://doi.org/10.3390/horticulturae9040424

GHOLAMIPOURFARD, Kamal et al. Mentha piperita phytochemicals in agriculture, food industry and medicine: Features and applications. **South African Journal of Botany**, v. 141, p. 183-195, 2021. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.05.014

GLAS J. J. et al. Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. **Int J Mol Sci**. V. 13(12), p. 17077-103, 2012. doi: 10.3390/ijms131217077

HEIL, Martin. Extrafloral nectar at the plant-insect interface: a spotlight on chemical ecology, phenotypic plasticity, and food webs. **Annual review of entomology**, v. 60, p. 213-232, 2015. DOI: 10.1146/annurev-ento-010814-020753

HUANG, Luyao et al. Mutualist-and antagonist-mediated selection contribute to trait diversification of flowers. **PeerJ**, v. 10, p. e14107, 2022. DOI 10.7717/peerj.14107

HUCHELMANN, Alexandre et al. Plant Glandular Trichomes: Natural Cell Factories of High Biotechnological Interest. **Plant Physiol**. v. 175(1), p. 6-22, 2017. doi: 10.1104/pp.17.00727

IVĂNESCU, Bianca, et al. "Secondary metabolites from Artemisia genus as biopesticides and innovative nano-based application strategies." Molecules 26.10 (2021): 3061.

KALPANA, Kavuri et al. The Role of Pollinators in Enhancing Biodiversity and Pollination Mechanisms: A Review. **Uttar Pradesh Journal of Zoology.** v. 45, n. 13, p. 226-241, 2024. DOI: 10.56557/upjoz/2024/v45i134150

KANAGARAJAN, R.; NISHANTHINI, K. Pollination Concepts and Crop Production. Advances In Insect Pollination Technology In Sustainable Agriculture, 2023.

KARABOURNIOTIS, George et al. Protective and defensive roles of non-glandular trichomes against multiple stresses: Structure–function coordination. **Journal of Forestry Research**. V. 31, p. 1-12, 2020. doi: 10.1007/s11676-019-01034-4

KARUNARATHNA, Indunil. The Role of Atropine in Modern Medicine: Indications, Administration, and Clinical Outcomes. Uva Clinical Lab. Retrieved from The Role of Atropine in Modern Medicine: Indications, Administration, and Clinical Outcomes, 2024.

KHALIL, Ibrahim. Muhammad et al. Therapeutic effects of Digitalis purpurea on cardiovascular system. **International Journal of Natural Medicine and Health Sciences**. v. 3(1), p. 33–40, 2023. https://journals.iub.edu.pk/index.php/ijnms/article/view/2248

Mauseth, J.D. **Plant Anatomy.** The Benjamin/Cummings Publishing Company, Menlo Park, CA. 1988

MEHLTRETER, Klaus et al. Nectaries in ferns: their taxonomic distribution, structure, function, and sugar composition. **American Journal of Botany**, v. 109, n. 1, p. 46-57, 2022. https://doi.org/10.1002/ajb2.1781

MOHAMMADI-CHERAGHABADI, Maryam et al. Harvest time explains substantially more variance in yield, essential oil and quality performances of Salvia officinalis than irrigation and putrescine application. **Physiol Mol Biol Plants**. v.29, p. 109–120, 2023. https://doi.org/10.1007/s12298-022-01272-7

NEPI, M. Nectary structure and ultrastructure. In: Nectaries and nectar. **Dordrecht: Springer Netherlands**. p. 129-166. 2007.

RIOS, Alex Batista Moreira & DALVI, Valdéia Casagrande. Muito além de um dente: ocorrência de hidatódios nos dentes foliares de Hydrocotyle asterias Cham. & Schltdl. (Araliaceae Juss.). **Hoehnea**. v. 47, p. e782019, 2020. http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906- 78/2019.

ROCHA, Francisco, Joecildo. Estruturas secretoras de mucilagem em Hibiscus pernambucensis Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Bot. Bras**. v. 25 (4), p. 751-763, 2011. https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000400003

SAKSHI, Watts & RUPESH, Kariyat. Morphological characterization of trichomes shows enormous variation in shape, density and dimensions across the leaves of 14 Solanum species, **AoB PLANTS**. v. 13, 2021. https://doi.org/10.1093/aobpla/plab071

SANJAY, Singh. Chapter Three - Guttation: New Insights into Agricultural Implications. **Advances in Agronomy, Academic Press**. v. 128, p. 97-135, 2014. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802139-2.00003-2

SASIDHARAN, Aswathi & VENKATESAN, Radhika. Olfactory cues as functional traits in plant reproduction. **Reproductive ecology of flowering plants: patterns and processes**. p. 73-104, 2020. DOI: 10.1007/978-981-15-4210-7_5

SCHMITT, Anthony et al. Nectar antimicrobial compounds and their potential effects on pollinators. **Current opinion in insect science**, v. 44, p. 55-63, 2021. DOI: 10.1016/j.cois.2021.03.004

SEO, Ho-Jin et al. Effects of nectar contents on the foraging activity of honeybee (*Apis mellifera*) on Asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Sci. Hortic.** v. 245, p. 185–192, 2019. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.10.009

SEVERSON, F. Raio et al. Isolation and characterization of the sucrose esters of the cuticular waxes of green tobacco leaf. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** v. 33 (5), p. 870-875, 1985. DOI: 10.1021/jf00065a026

TOREZAN-SILINGARDI, Helena Maura et al. Pollination ecology: natural history, perspectives and future directions. **Plant-Animal Interactions: Source of Biodiversity**, p. 119-174, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-66877-8_6

UZELAC, Branka et al. Glandular Trichomes on the Leaves of Nicotiana tabacum: Morphology, Developmental Ultrastructure, and Secondary Metabolites. **Springer**. p. 25-61, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30185-9_1

WATTS, Sakshi; KARIYAT & RUPESH Kariyat. Morphological characterization of trichomes shows enormous variation in shape, density and dimensions across the leaves of 14 Solanum species. **AoB Plants**, v. 13, n. 6, 2021. https://doi.org/10.1093/aobpla/plab071

ZHANG, Zhiyong et al. Uptake and distribution of ceria nanoparticles in cucumber plants. **Metallomics.** v.3, p. 816–822, 2011. https://doi.org/10.1039/c1mt00049g

CAPÍTULO 6

O USO DA ESPÉCIE MEDICINAL *Schinus terebinthifolia* RADDI (AROEIRA) NO TRATAMENTO DA ACNE: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 02/09/2024

Cristiny Vitória de Sousa Cardoso
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0009-0005-3033-8939

Julianne Rocha de Araujo
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0000-0002-4295-9135

Rosiélem Silva e Silva
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0009-0001-6474-6448

Andreia da Silva Costa Martins
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0009-0006-2494-3398

Nadia Leticia Silva Chaves
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0009-0001-6090-9676

Romulo Fernandes de Aquino
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0009-0001-8227-7454

Joana Vitória Pereira Rocha Cutrim
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0009-0000-8005-0216

Maria Cristiane Aranha Brito Mattos
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA
https://orcid.org/0000-0002-6979-8773

RESUMO: Registros históricos indicam que o uso de plantas para fins terapêuticos remonta aos primórdios da civilização humana, abrangendo práticas que variam desde a prevenção de doenças até o tratamento e a cura de diversas condições. O presente artigo consiste em uma revisão de literatura, o qual tem como objetivo discorrer acerca das atividades terapêuticas da aroeira aplicadas ao tratamento da pele acneica. Essa pesquisa também se justifica devido à grande população mundial ser acometida pela acne. A revisão da literatura foi conduzida por meio da seleção de artigos relevantes disponíveis nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO e LILACS, todos focados no tema em questão. Utilizou-se os descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “Acne Vulgar”,

"Anacardiaceae", "Inflamação", "Medicina Popular" e "*Schinus terebinthifolia* Raddi". Com base no conhecimento tradicional sobre o uso de plantas no Brasil para fins terapêuticos, conclui-se que a espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi apresenta potencial relevância no tratamento da acne devido às suas propriedades terapêuticas. No entanto, é necessário que seus efeitos sejam submetidos a estudos adicionais para validar sua eficácia e segurança.
PALAVRAS-CHAVE: Acne Vulgar. Anacardiaceae. Inflamação. Medicina Popular. *Schinus terebinthifolia* Raddi.

INTRODUÇÃO

O ser humano sempre teve que enfrentar e combater doenças desde o período pré-histórico. Não se sabe ao certo, em que momento o homem começou sua busca por remédios e curas para suas enfermidades ou como que o homem veio a descobrir o uso dos fármacos. Desde a antiguidade o homem tem iniciado a utilização das matérias-primas por meio de extrações vegetais, animais e minerais que tivessem um efeito terapêutico (Angelova, 2018).

O uso de substâncias naturais, como as plantas permanece até os dias atuais, e se mostram mais frequentes em comunidades tradicionais onde as pessoas mantêm seus conhecimentos e culturas antigas e um desses usos servem para o tratamento de enfermidades em infusões como chás ou pastas para colocar sobre a pele (Modro, 2015).

O conhecimento em plantas medicinais faz-se necessário, uma vez que as plantas possuem substâncias próprias que podem apresentar uma atividade terapêutica benéfica ao ser humano, bem como seus metabólitos secundários que lhes promovem diversas propriedades significativas para serem aplicadas no tratamento de certas doenças (Vizzotto, 2010).

O Brasil possui uma ampla variedade de espécies vegetais, que em sua grande maioria são espécies medicinais, podendo ser melhor aproveitadas com a realização de estudos para ampliar o conhecimento da área da saúde em relação a possíveis tratamentos com base nas propriedades farmacológicas das plantas (Oliveira, 2007).

A acne é uma doença que acontece quando as glândulas sebáceas se tornam inflamadas ou infectadas. É uma dermatite crônica que pode ser dividida desde um grau mais leve a um grau mais grave, devido a influência de andrógenos (Brenner, 2006). Costuma aparecer precocemente em meninos e meninas na adolescência, mas tem se mostrado crescente em adultos, cerca de 80% dos casos. Em fases agudas, podem chegar a deixar feridas e cicatrizes, causando desconforto e baixa autoestima, dificultando até mesmo na relação interpessoal (Williams, 2012).

A espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi mostra-se promissora em pesquisas para o tratamento da acne devido a sua quantidade de metabólitos secundários que lhes caracterizam uma série de propriedades que podem ser aproveitadas na aplicação em terapias e tratamentos (Cunha; Lucas, 2024).

Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão literária a respeito das propriedades terapêuticas da planta medicinal *Schinus terebinthifolia* Raddi aplicadas ao tratamento da acne.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura realizada nas bases de dados confiáveis SciELO, LILACS e Google Acadêmico, de caráter teórico, exploratório e qualitativo acerca do tema em estudo. Para o levantamento das publicações, foram utilizados os descritores cadastrados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): "*Schinus terebinthifolia*", "Acne Vulgar", "Inflamação", "Anacardiaceae" e "Medicina Popular". Foram selecionados trabalhos publicados no período compreendido entre 1999 e 2024, excluíram-se publicações fora do tema central do estudo, estudos de revisão não disponíveis na íntegra, resenhas, artigos de opinião, teses, monografias e dissertações.

RESULTADOS

O conhecimento tradicional e o emprego das plantas medicinais

De acordo com Sillitoe (1999), o conhecimento tradicional de plantas medicinais é quando, mesmo nos dias de hoje, com a influência mundial, ainda existem pessoas que mantém seus conhecimentos culturais e tradicionais passados de gerações em gerações, e que continuam condicionando sua maneira de vida e visão ambiental. Existem algumas vilas tradicionais que abrangem um grande conhecimento em relação as plantas medicinais, que as utilizam como matéria-prima para a cura de enfermidades e ainda de forma sustentável para o meio ambiente e para a população (Modro *et al*., 2015).

Dessa forma, o conhecimento tradicional em conjunto com a comprovação científica pode trazer resultados seguros e eficazes na utilização dessas plantas e fitoterápicos no tratamento de várias doenças, desenvolvendo uma dimensão mais econômica e social (Guimarães, 2021).

A formação do conhecimento acontece pelo fato de elementar a apresentação, não sendo para oferecer informações complexas, mas para apresentar possíveis soluções e explicações de modo claro e minucioso, sem negligenciar a pesquisa e avaliação minuciosa e um posicionamento acerca da questão (Hessen *et al*., 1999).

A busca do homem por conhecimento vem desde a era da Antiguidade, onde no decorrer da história do homem vem interligada ao ambiente natural, principalmente as plantas, que eram utilizadas para a confecção de roupas, fabricação de utensílios, moradias, alimentação e na produção de remédios e substâncias que lhes aliviassem o mal-estar (Devienne, 2004).

O homem desde o período pré-histórico busca por substâncias e remédios que lhes tratem incômodos e enfermidades, tais insumos eram feitos a partir das plantas, no qual se produziam misturas pastosas para aplicar no corpo ou consumir. Esta sempre foi uma prática instintiva do homem (André; Bruna, 2013). Devido ao extenso emprego das plantas no tratamento de doenças, as áreas da ciência como química e medicina, logo desenvolveram estudos para ampliar o conhecimento das substâncias bioativas que compõem as plantas para o seu consequente uso em tratamentos terapêuticos (Cunha, 2016).

As plantas possuem um conjunto de variados metabólitos secundários que lhes caracterizam propriedades fitoterápicas e que podem contribuir para o reestabelecimento da saúde de um indivíduo. O estudo da ação farmacológica dos compostos químicos das plantas dos extratos vegetais no organismo faz-se necessário para o tratamento de diversas patologias (Guimarães, 2021). O metabolismo secundário forma vários compostos orgânicos, que possuem atividade terapêutica. Dentre esses metabólitos secundários identificados nos vegetais, as principais classes são os compostos nitrogenados, os fenóis e os terpenóides (Cunha, 2016).

O Brasil possui uma grande biodiversidade de espécies vegetais que podem ser utilizadas em conjunto com os conhecimentos das diversas comunidades tradicionais presentes em todo o país para fins de alternativas terapêuticas e farmacológicas, no entanto a aceitação do emprego das plantas medicinais no meio acadêmico ainda é longo devido a pouca quantidade de pesquisas relacionadas a essa temática, seu potencial farmacológico, efeitos e riscos da utilização das substâncias das plantas (Giraldi *et al.*, 2010).

A problemática da Acne vulgar no mundo

A acne vulgar é algo comum entre adolescentes e costuma aparecer muitas vezes precocemente entre jovens de 11 e 12 anos de idade, tanto em meninos, quanto em meninas, devido a influência de andrógenos, sendo a incidência maior em meninos. A acne é uma dermatite crônica, doença do folículo pilossebáceo, que é desencadeada por fatores como hiperprodução sebácea, hiperqueratinização folicular, acúmulo da colonização de *Propionibacterium acnes* e inflamação dérmica periglandular localizados em maior quantidade no rosto, nas costas e pescoço (Costa, 2008).

A acne vulgar pode ser dividida devido a incidência de suas lesões, podendo ser de grau I, não-inflamatória ou comedoniana, com predomínio de cômedos. Acne inflamatória de grau II, com predominância de lesões pápulo-postulosas e cômedos, a acne de grau III, com a presença de cistos e nódulos aparentes, acne de grau IV, considerada uma forma severa com formação de abscessos, fístulas e uma multiplicação na quantidade de nódulos mais inflamados. E ainda a acne de grau V, é uma manifestação mais grave, podendo vir acompanhada de sintomas sistêmicos, como febre, leucocitose e artralgia (Brenner; Fabiana, 2006).

A acne também pode ser influenciada geneticamente, levando em conta que ela aumenta devido ao grau da dermatose. Para grau I, é de 88%, para grau II, de 86% e para grau III, é de 100%. Em familiares sem acne, a ocorrência pode ser de até 40%. Ainda, a influência da acne genética ocorre pelo controle hormonal, a hiperqueratinização folicular e pela secreção das glândulas sebáceas, mas não sobre infecção bactericida (Costa, 2008).

A prevalência da acne varia de 35 a 90% nos adolescentes. Geralmente, nota-se que a acne acomete 95% dos meninos e 83% das meninas por volta dos 16 anos de idade (Costa, 2008). Apesar de não ser frequente na fase adulta, pesquisas epidemiológicas têm demonstrado um crescimento significativo da acne em adultos, cerca de 40%, sendo a predominância no gênero feminino. Esta acne pode ser chamada de acne do adulto ou acne tardia, sendo classificada como acne de início tardio, definida por uma manifestação inaugural da acne ou acne persistente que é a mais comum atingindo 70 a 80% dos casos, caracterizada pela persistência da acne na adolescência, ela pode aparecer depois dos 25 anos de idade (Costa; Velho, 2018).

As cicatrizes deixadas pelas feridas da acne afetam até 20% dos adolescentes, o que pode acabar prejudicando a autoestima, fora que ainda não foram encontrados tratamentos ideais para a acne, a não ser cuidados e regimes adequados que possam amenizar as lesões causadas pela acne. Ainda são poucas as pesquisas e estudos sobre tratamentos tópicos e sistêmicos que promovam um avanço e melhora na qualidade de vida da população que é afetada por estas inflamações, o que reforça a necessidade de um olhar voltado a procura de atualizações e mais conhecimento sobre este assunto, sendo o meio natural, como as plantas um caminho ideal e promissor para abrir portas à novas descobertas e a promoção de uma melhor qualidade de vida à sociedade (Williams; Dellavalle; Garner, 2011).

A utilização da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi no tratamento da acne

A Aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), também conhecida como aroeira-vermelha, aroeira-mansa, ou pimenta rosa, devido a aparência de seus frutos, é uma espécie arbórea nativa da América do Sul, nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pampas. É pertencente à família Anacardiaceae, está intimamente relacionada a diversas propriedades biológicas, nos quais despertam interesse na área da saúde para o possível tratamento de patologias. (Carvalho, 2013).

Atualmente, a descoberta e procura por compostos terapêuticos nas plantas tem ganhado espaço no âmbito das pesquisas científicas, visto que suas propriedades metabólicas podem ser promissoras para um avanço da tecnologia relacionada a saúde. O uso da aroeira é vasto e vai desde sua utilização em forma industrializada da molécula, ou comércio de medicamentos até em forma de chás, pastas e pós, podendo ser utilizada a planta inteira ou partes dela, como folhas, cascas e sementes que são de importância para o comércio farmacêutico (Leite *et al*., 2023).

Estudos fitoquímicos da espécie *S. terebinthifolia* tem demonstrado a presença de variados metabólitos secundários nas cascas desta espécie como: antraquinonas, xantonas e esteroides livres. Nas folhas também há a presença de flavonoides e radicais livres como derivados de compostos fenólicos. Adicionalmente, encontra-se metabólitos como alcaloides, glicosídeos cardiotônicos, cumarinas, taninos, saponinas, esteroides e triperpenoides (Leite *et al*., 2023).

A prevalência destes constituintes lhe confere propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes que pode ser utilizado na cicatrização de pós-cirurgias, tônicas, antimicrobianas, analgésicas, anestésicas, antifúngicas, antibacterianas, antiplasmódica e antitumoral, que podem ser utilizadas para o tratamento de diversas inflamações de várias origens, problemas gastrointestinais, gastrites e que podem atuar contra a acne. Alguns dos usos mencionados na medicina tradicional que promovem o extenso emprego das folhas e das cascas do caule da aroeira, ainda estão sendo objeto de investigação científica, e os resultados obtidos até então são promissores. Isso inclui sua possível capacidade anti-inflamatória e antimicrobiana (Leite *et al*., 2023).

Ainda, a aroeira é relatada em tratamentos de doenças sexualmente transmissíveis, úlceras de pele e distúrbios gastroduodenais, relata seu uso em tratamentos de lesões de pele, mucosas, úlceras e infecções do sistema respiratório, digestivo e genitourinário. Devido as suas propriedades detectadas em pesquisas como antioxidante e anticâncer que pode ser um agente ativo para terapias ou estratégias de tratamento. Suas propriedades antissépticas demostram-se promissoras na aplicação de feridas e úlceras, trazendo um efeito protetor, podendo ser uma alternativa para testes e possível aplicação em peles acneicas (Carvalho; Melo, 2013).

Foi relatado que até uma certa exposição ao bálsamo aromático que é expelido do tronco da planta pode causar efeitos contraditórios como queimaduras, coceira e erupções na pele. Mas devido a pesquisas toxicológicas realizadas em laboratórios dos extratos alcoólicos de *S. terebinthifolia* não demonstraram nenhum efeito genotóxico. Além de testes realizados em ratos Wistar de ambos os sexos com as cascas secas da aroeira não surtiu nenhum efeito tóxico. Mas que ainda assim necessitam de mais levantamentos de pesquisas que comprovem e assegurem sua utilização ao ser humano (Carvalho; Melo, 2013).

CONCLUSÕES

Por meio desta pesquisa foi possível perceber que o uso de plantas medicinais, com finalidade terapêutica não é algo recente, mas que tem muito a oferecer e necessita de mais aprofundamento em pesquisas e estudos. Estes conhecimentos adquiridos por muitos povos tradicionais podem colaborar para um auxílio em pesquisas e em estudos voltados para as plantas, pois as afirmações destas comunidades podem ser comprovadas cientificamente, expandindo os conhecimentos, a quantidade e qualidade de fitocósmeticos aplicados na terapia de doenças.

A flora brasileira se mostra bastante rica, o que pode ofertar uma dimensão de benefícios sobre os interesses das áreas de biotecnologia, relacionados à saúde e estética, proporcionando ainda uma preservação ecológica e econômica do meio ambiente.

A acne é uma doença crônica que afeta grande parte da população mundial, incluindo a população brasileira, causando muitos incômodos, mas que pode ser tratada e merece uma maior atenção e cuidados. Apesar de não haver muitas comprovações científicas a respeito da aroeira aplicada a tratamentos de pele, seus componentes metabólicos e suas propriedades adquiridas prometem um avanço no meio da saúde entre as tecnologias, tratamentos, fitoterápicos e comercial farmacológico.

Portanto, conclui-se que essas descobertas sugerem a aplicação da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi como agente cicatrizante em peles acneicas. No entanto, é importante continuar as pesquisas para avaliar a eficácia, a segurança e janela farmacológica desses produtos antes de sua aplicação em fitocosméticos e produtos farmacêuticos.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Centro Universitário Maurício de Nassau – São Luís/MA

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Bruna A. **O Arsenal Farmacêutico da Antiguidade Clássica e da Idade Média**. Google Acadêmico, 2013. Disponível em: https://www.proquest.com/openview/811415e17973c2ed3c0b0aeb865c2e51/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y. Acesso em: 15 ago, 2024.

ANGELOVA, Kristina I. **Evoluçãao da farmácia até à atualidade**. Google Acadêmico, 2018. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=origem+da+farm%C3%A1cia&oq=origem+da+farma#d=gs_qabs&t=1710801477558&u=%23p%3DySE3shbv5rUJ. Acesso em: 27 abr, 2024.

BRENNER, Fabiane M; ROSAS, Fernanda M; GADENS, Guilherme A; SULZBACH, Martha L; CARVALHO, Victor G; TAMASHIRO, Vivian. **Acne: um tratamento para cada paciente**. Google Acadêmico, 2006. Disponível em: https://puccampinas.emnuvens.com.br/cienciasmedicas/article/view/1117/1092. Acesso em: 08 ago, 2024.

CARVALHO, M G; MELO, A G N; ARAGÃO, C F S; RAFFIN, F N; MOURA, T F A L. **Schinus terebinthifolius Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity**. SciELO, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbpm/a/bNdsZSp6jMDqM6qVXxCHGgL/. Acesso em: 08 ago, 2024.

COSTA, Adilson; ALCHORNE, Maurício M; GOLDSCHMIDT, Maria C. **Fatores etiopatogênicos da acne vulgar**. SciELO, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abd/a/d9mjYBQ5XqxFrDdHWLLvyQH/. Acesso em: 08 ago, 2024.

COSTA, I; VELHO, G. **Acne vulgar no adulto**. Google Acadêmico, 2018. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=acne+vulgaris&oq=acne#d=gs_qabs&t=1723135062549&u=%23p%3DqmcAjLPeJ04J. Acesso em: 08 ago, 2024.

CUNHA, Lucas O; SILVA, Michel S; ANDRADE, Leonardo G. **POTENCIAL FITOTERÁPICO E BENEFÍCIOS DA AROEIRA**. Google Acadêmico, 2024. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=aroeira+e+acne+&btnG=#d=gs_qabs&t=1723609047627&u=%23p%3D4QmlSg2tam0J. Acesso em: 14 ago, 2024.

CUNHA, Amanda L; MOURA, Karlliane S; BARBOSA, James C; SANTOS, Aldenir F. **Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo**. Google Acadêmico, 2016. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=metab%C3%B3litos+secund%C3%A1rios+das+plantas+medicinais&btnG=#d=gs_qabs&t=1722815082752&u=%23p%3DJg0BJu0AgqwJ. Acesso em: 04 ago, 2024.

DEVIENNE, Kaarina F; RADDI, G; POZETTI, Gilberto L. **Das plantas medicinais aos fitofámarcos**. Google Acadêmico, 2004. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=plantas+na+antiguidade+&btnG=#d=gs_qabs&t=1723737893460&u=%23p%3DJ3comLfaFxEJ. Acesso em: 15 ago, 2024.

GIRALDI, Mariana; HANAZAKI, Natalia. **Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil**. SciELO, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abb/a/DckNBTV5Dt4jYtF7ps6nWzL/?format=html. Acesso em: 08 ago, 2024.

GUIMARÃES, Bárbara M; RAMOS, Karla A; SOUZA, Marcio C; FRANCO, Mauro L; ALVES, Caio C; CARLI, Alessandra P; COQUEIRO, Jandersson M. **Práticas terapêuticas com plantas medicinais para o tratamento do Diabetes Mellitus**. Google Acadêmico, 2021. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=camomila+no+tratamento+da+diabetes&oq=#d=gs_qabs&t=1718900800584&u=%23p%3DPU5iL0H2rOYJ. Acesso em: 22 jun, 2024.

HESSEN, Johannes; CORREIA, António. **Teoria do conhecimento**. Google Acadêmico, 1999. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=conhecimento&btnG=#d=gs_qabs&t=1723051127877&u=%23p%3D54U1uKlUchAJ. Acesso em: 07 ago, 2024.

MODRO, A. F. H. *et al*. **Importânia do conhecimento tradicional de plantas medicinais para a conservação da Amazônia**. Google Acadêmico, 2015. Disponível em: https://revista.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/19587/12968. Acesso em: 04 ago, 2024.

LEITE, Renan R; ARAGÃO, Emilyy F; BARROS, Neuza B; BARROS, Rogelio R. **Análise dos metabólitos secundários da aroeira: prospecção qualitativa da casca e semente**. Google Acadêmico, 2023. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=an%C3%A1lise+dos+metab%C3%B3litos+secund%C3%A1rios+da+aroeira&btnG=#d=gs_qabs&t=1723158094235&u=%23p%3DXGPO2AfSqP0J. Acesso em: 08 ago, 2024.

OLIVEIRA, Irenice G; SILVA, Maria A. **Plantas medicinais utilizadas na farmacopéia popular em Crato, Juazeiro e Barbalha-Ceará, Brasil**. Google Acadêmico, 2007. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=abund%C3%A2ncia+das+plantas+medicinais+no+Brasil&btnG=#d=gs_qabs&t=1723606590885&u=%23p%3DIqYE_0uxQCUJ. Acesso em: 14 ago, 2024.

VIZZOTTO, Márcia; KROLOW, Ana C; WEBER, Gisele E. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Google Acadêmico, 2010. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=import%C3%A2ncia+dos+metab%C3%B3litos+secund%C3%A1rios+das+plantas&btnG=#d=gs_qabs&t=1723606070219&u=%23p%3DFmNeZ9q5VuQJ. Acesso em: 14 ago, 2024.

WILLIAMS, Hywel C; DELLAVALLE, Robert P; GARNER, Sarah. **Acne vulgares**. Google Acadêmico, 2012. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=acne+vulgaris&oq=acne#d=gs_qabs&t=1723134909783&u=%23p%3DQosDKu4pcXkJ. Acesso em: 08 ago, 2024.

PLANO DE CONSERVAÇÃO DO USO DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO ARTIFICIAL DA USINA HIDRELÉTRICA DE ILHA SOLTEIRA COMO OS ASPECTOS DA BIODIVERSIDADE FORAM CONSIDERADOS?

Data de aceite: 02/09/2024

Mirella Sousa

Denise Gallo Pizella
http://lattes.cnpq.br/5301120151237306

RESUMO: Objetivo: Averiguar se os aspectos relacionados à biodiversidade foram considerados de forma adequada no Plano de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório (PACUERA) do Aproveitamento Hidrelétrico de Ilha Solteira, de modo a contribuir para a melhoria de sua qualidade. **Método:** O PACUERA teve seu conteúdo analisado perante uma adaptação da “Lista de verificação para se analisar a inclusão da biodiversidade em Estudos de Impacto Ambiental”, elaborada por Mandai e Souza (2021). As categorias “Diagnóstico ambiental”, “Impactos ambientais”, “Compensação dos impactos ambientais” e “Monitoramento” foram analisadas, por meio de indicadores ambientais. Para cada indicador foi atribuída uma nota de A a F, bem como a nota final ao PACUERA. **Originalidade/Relevância:** A pesquisa apresenta a importância de verificar se aspectos relacionados à biodiversidade são contemplados no planejamento ambiental, tendo por estudo de caso um PACUERA. **Resultados:** A partir da análise dos componentes do PACUERA frente à Lista de Verificação, identificou-se omissões de informações bióticas no diagnóstico ambiental, ausência de metodologia para a identificação e valoração de impactos, medidas de compensação ambiental sem cronogramas de implementação e de monitoramento ambiental. **Contribuições sociais/para a gestão:** Observou-se que listas de verificação sobre a qualidade de Estudos de Impacto Ambiental podem ser aplicadas para PACUERAs, de modo a aperfeiçoar sua elaboração e implementação.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento ambiental. Licenciamento ambiental. Lista de Verificação. Elaboração de Planos ambientais.

THE CONSERVATION PLAN FOR THE USE OF ARTIFICIAL RESERVOIR SURROUNDINGS OF THE ILHA SOLTEIRA HYDROELECTRIC POWER PLANT HOW WERE ASPECTS OF BIODIVERSITY CONSIDERED?

ABSTRACT: Objective: Check whether the aspects related to biodiversity are adequately met in the Conservation Plan for the Use of Reservoir Surroundings (PACUERA in portuguese) of the Ilha Solteira Hydroelectric Facility, in order to contribute to the improvement of its quality. **Method:** PACUERA had its content analyzed in light of an adaptation of the "Selection list to analyze the inclusion of biodiversity in Environmental Impact Studies", prepared by Mandai and Souza (2021). The categories "Environmental Diagnosis", "Environmental Impacts", "Environmental Impacts Compensation" and "Monitoring" were verified through environmental indicators. A grade from A to F was assigned to each indicator, as well as the final grade for PACUERA. **Originality/Relevance**: The research shows the importance of verifying whether aspects related to biodiversity are included in environmental planning, using a PACUERA as a case study. **Results:** Based on the analysis of the PACUERA components against the checklist, it was identified omissions of biotic information in the environmental diagnosis, lack of methodology for identifying and valuing impacts, environmental compensation measures without implementation schedules and environmental monitoring. **Social/management contributions**: It was found that quality of Environmental Impact Statements checklists can be applied to Environmental Plans, such as PACUERA, in order to improve their preparation and implementation.

KEYWORDS: Environmental planning. Environmental Licensing. Verification list. Elaboration of Environmental Plans.

PLAN DE CONSERVACIÓN DEL USO DEL ENTORNO DEL RESERVORIO ARTIFICIAL LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ILHA SOLTEIRA ¿CÓMO SE CONSIDERAN LOS ASPECTOS DE LA BIODIVERSIDAD?

RESUMEN: Objetivo: Verificar si los aspectos relacionados con la biodiversidad fueron considerados adecuadamente en el Plan de Conservación del Uso del Entorno del Embalse (PACUERA) de la Central Hidroeléctrica Ilha Solteira, para contribuir a la mejora de su calidad. **Método:** PACUERA tiene su contenido analizado durante una adaptación del "Checklist para analizar la inclusión de la biodiversidad en los Estudios de Impacto Ambiental", elaborado por Mandai y Souza (2021). Se analizaron mediante indicadores ambientales las categorías "Diagnóstico Ambiental", "Impactos Ambientales", "Compensación por Impactos Ambientales" y "Monitoreo". A cada indicador se le asignó una calificación de A a F, siendo PACUERA la calificación final. **Originalidad/Relevancia:** La investigación representa la importancia de verificar si los aspectos relacionados con la biodiversidad están contemplados en la planificación ambiental, considerando un estudio de caso: PACUERA. **Resultados:** Del análisis de dos componentes de PACUERA frente al Listado de Verificación se identificaron omisiones de información biótica en el diagnóstico ambiental, falta de metodología para la identificación y evaluación de impactos, medidas de compensación ambiental sin cronogramas de implementación y monitoreo ambiental. **Contribuciones sociales/de gestión**: Se observó que las listas de verificación sobre la calidad de los Estudios de Impacto Ambiental se pueden aplicar a las PACUERA para mejorar su diseño e implementación.

PALABRAS-CLAVE: Planificación ambiental. Licenciamiento Ambiental. Lista de controles. Elaboración de planes ambientales.

INTRODUÇÃO

Os biomas brasileiros têm sofrido importantes mudanças, decorrentes tanto de impactos de atividades humanas quanto de desastres naturais, que resultam em crescentes perdas de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, além da fragmentação de paisagens. A super exploração dos recursos naturais, poluição e introdução de espécies exóticas nos habitats são algumas das ameaças às espécies e causas de sua extinção (Scariot, 2019).

O planeta Terra tem atravessado um período de extinção de espécies e degradação de ecossistemas em velocidade sem precedentes aos períodos geológicos anteriores, em uma taxa mais acelerada do que a da extinção natural (Artaxo, 2020). A humanidade já utilizou cerca de 40% mais recursos do que o meio é capaz de regenerar, por meio da modificação e perda de habitats naturais e pela ocupação não sustentável do solo, havendo consequências negativas para a própria espécie, como a propagação de patógenos e vetores de doenças, insegurança alimentar, escassez hídrica de origem antrópica, dentre outras (Rockström et al., 2009).

Sendo a biodiversidade uma preocupação local e global, diversas nações criaram mecanismos para reduzir sua perda, como é o caso dos estudos ambientais utilizados para o licenciamento ambiental de atividades potencialmente capazes de ocasionar degradação ambiental. Nestas situações, há a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, criada em 1981 no Brasil. A AIA tem como um de seus estudos o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), mais complexo e direcionado para atividades de grande potencial degradador. Ele é formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início da concepção de um empreendimento potencialmente impactante, que se faça um exame sistemático de seus potenciais impactos ambientais, de modo a contemplar as melhores alternativas para sua instalação e de tecnologias para sua construção e operação (Brasil, 1986).

De acordo com Sánchez (2020), os estudos ambientais carecem de qualidade no país, comprometendo seu papel de promover um desenvolvimento que seja sustentável. Os principais problemas encontrados nestes estudos, sobretudo nos EIAs e RIMAs, mas também presentes em outras tipologias, são a pobre definição do escopo dos estudos analisados, planos de monitoramento superficiais, ocorrência de medidas mitigatórias genéricas e falta de procedimentos técnicos de qualidade e adequados para identificar e prever os impactos.

A análise técnica dos estudos ambientais é feita pelos órgãos ambientais licenciadores estaduais ou federal, dependendo da área de influência do empreendimento, com a função de verificar a conformidade dos estudos apresentados com critérios que se estabeleceu previamente. As ferramentas para análise e avaliação dos estudos para quem os analisa necessitam de critérios ou indicadores de boas práticas. Neste sentido, as listas de verificações de estudos ambientais são formas de facilitar esta tarefa de análise, visando conferir se, nos diversos tópicos dos estudos, como caracterização do empreendimento, diagnóstico ambiental, análise dos impactos ambientais, programas ambientais e monitoramento, as melhores práticas internacionais foram adotadas pela equipe que os elaborou (Mandai & Souza, 2021).

Deste modo, os analistas ambientais podem realizar seu parecer sobre tais estudos de forma embasada e o licenciamento ambiental se torna mais legítimo perante a sociedade, que poderá contribuir para a melhoria do empreendimento nas audiências públicas, trazendo dúvidas que possam ser corretamente sanadas e contribuições pertinentes para tornar o empreendimento mais adequado do ponto de vista socioambiental (Sánchez, 2020).

Pensando em avaliar e, consequentemente, apontar os problemas em estudos ambientais, sobretudo nos EIAs e RIMAs, visando sua melhoria, foram desenvolvidas listas de verificação. Elas qualificam, por meio de indicadores, a qualidade dos estudos de impactos ao meio ambiente. A partir desta lista, diversas foram desenvolvidas para avaliar a qualidade de estudos ambientais em diversos aspectos, como é o caso de se avaliar a inclusão da biodiversidade em suas diversas etapas, partindo de boas práticas internacionais de inclusão deste aspecto.

Mandai e Souza (2021) se basearam na lista de Lee e Colley, adaptando-a para verificar se a biodiversidade era contemplada em EIAs de diversos tipos de empreendimentos.

Apesar da lista ter sido aplicada a EIAs, os critérios de análise podem ser adaptados a outros estudos ambientais, desde que sigam o mesmo propósito de avaliar os potenciais impactos ambientais de um empreendimento e procurar alternativas para seu manejo. No caso de PACUERAS, há uma limitação, pois são estudos não prévios, visando a adequada gestão dos impactos gerados pelo reservatório e seu entorno. No caso do AHE de Ilha Solteira, instalado antes da existência do licenciamento ambiental no país, é um estudo exigido pelo órgão licenciador para a permanência ou não de sua licença de operação. Entretanto, por abrangerem uma etapa diagnóstica, ações corretivas e de monitoramento dos impactos gerados pelo empreendimento, a lista de verificação é passível de ser adaptada a tais estudos.

A partir do contexto apresentado, o artigo tem por objetivo averiguar se aspectos relacionados à biodiversidade foram incluídos nas diversas etapas que compuseram o PACUERA da Usina Hidrelétrica de Usina Solteira (SP), apontando suas potenciais deficiências e, pontos fortes, de modo a contribuir para a melhoria de sua qualidade e, possivelmente, para os demais PACUERAs desenvolvidos no país.

Ao mesmo tempo, investigar-se-á se há potencialidades do emprego da Lista de Verificação proposta por Mandai e Souza (2021) a tais estudos, com adaptações.

HISTÓRICO DA ELABORAÇÃO DO PACUERA DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE ILHA SOLTEIRA (SP)

Por meio das leis federal nº 12.651/12 e a lei estadual nº 20.922/2013, o PACUERA deve ser elaborado pelo setor hidrelétrico, de modo a promover uma gestão ambiental destes empreendimentos, incorporando diretrizes para a conservação das águas e a garantia dos usos múltiplos dos reservatórios artificiais (Raposo, 2020).

Tal Plano deve, como apresentado na Figura 01, ser elaborado na etapa anterior da concessão ou não, por parte do órgão licenciador, da Licença de Operação (LO) ou Licença de Operação Corretiva (LOC) da hidrelétrica.
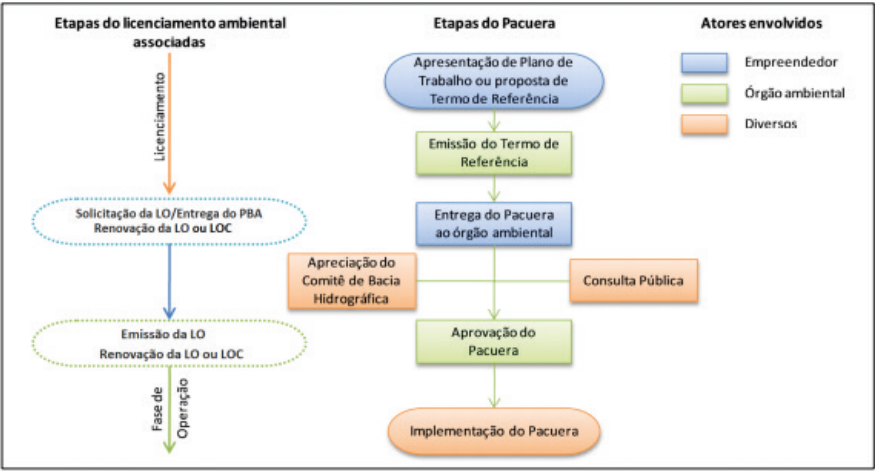
Figura 1 Etapas do procedimento de elaboração e aprovação do PACUERA.

Fonte: Raposo (2020, p.69)

O projeto de construção da UHE de Ilha Solteira remete ao ano de 1951, momento em que foi criada a Comissão Interestadual da Bacia Paraná, com objetivo de promover o desenvolvimento econômico e social do noroeste do estado de São Paulo. Neste sentido, foi construído o Complexo de Urubupungá, que influenciou o surgimento posterior do município de Ilha Solteira e o crescimento das cidades de Pereira Barreto e Três Lagoas, por meio da criação das seguintes Usinas Hidrelétricas: Usinas Jupiá e de Ilha Solteira, no Rio Paraná e Usina Três Irmãos, que se localiza no Rio Tietê. Faz parte do complexo o canal de Pereira Barreto, que conecta o Rio Tietê ao Paraná, por meio do Rio São José dos Dourados (Mateus, 2013).

As usinas hidrelétricas Jupiá e Ilha Solteira foram construídas em 1965, antes da promulgação da Lei nº 6.938/1981, de 31 de agosto de 1981, de maneira que o planejamento e execução desses empreendimentos não tiveram sua viabilidade ambiental analisada previamente pelos órgãos licenciadores, as quais foram sujeitas à Licença de Operação Corretiva. Tendo em vista que o grande porte da UHE de Ilha Solteira e a magnitude dos seus impactos ambientais são considerados relevantes, houve necessidade de que sua operação ocorresse com obrigações formais de execução de programas ambientais para prevenção, mitigação ou compensação de seus impactos ambientais negativos (Brasil, 2009).

De acordo com IBAMA (2009), no ano de 1998, a Companhia Energética de São Paulo (CESP) buscou o IBAMA para iniciar a regularização ambiental das usinas hidrelétricas de Jupiá e Ilha Solteira, dando início aos processos nº 02001.003592/99-22 e nº 02001.003591/99-60. Deste modo, no bojo do processo nº 02001.003592/99-22, a coordenação de energia elétrica do IBAMA elaborou uma declaração técnica com a ementa: "Análise técnica para regularização ambiental da UHE Jupiá". O objetivo deste parecer foi prestar contribuição técnica para as decisões da diretoria de licenciamento ambiental sobre a regularização ambiental da UHE Ilha Solteira. Deste modo, em outubro de 2009, a CESP elaborou o PACUERA da UHE de Ilha Solteira como uma das etapas de regularização do licenciamento ambiental corretivo do empreendimento junto ao IBAMA.

A Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira localiza-se a noroeste do estado de São Paulo. Seu reservatório abrange territórios presentes nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás, e pertence à bacia hidrográfica do Paraná, nas coordenadas 20°25'42"S e 51°20›34»W e em uma altitude de 375,0 m. A área de influência do reservatório correspondente a 9.949.631 hectares e sua margem possui 2.223 km de perímetro (Pereira, 2006).

A área da bacia hidrográfica em que se encontra o reservatório é de 375.460 km², e seus maiores afluentes são o rio Paranaíba e Grande, que apresentam uma vazão média de 5.206 m³. s-1. A profundidade média do reservatório é de 17,00 m, com área inundada de 1.195 km², comprimento de aproximadamente 70,0 km e com volume máximo de 210,6x108 m³. A usina hidrelétrica entrou em funcionamento em 1978, com uma capacidade instalada de 3.444,0 MW, sendo a terceira maior usina do Brasil (Pereira, 2006) até a construção do Aproveitamento Hidrelétrico "Belo Monte", passando a ser a quinta maior usina do país.

A "China Three Gorges Corporation" (CTG) assumiu a operação das usinas hidrelétricas de Ilha Solteira e Jupiá no Brasil na década de 2010. A Figura 02 apresenta a localização das AHE de Ilha Solteira.
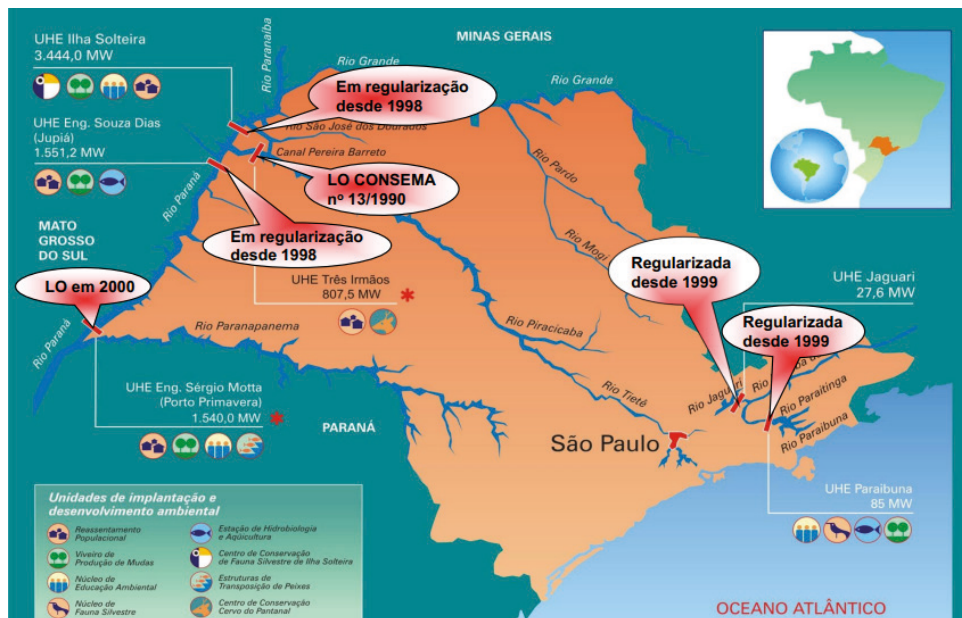
Figura 2 Localização da Usina Hidrelétrica de Ilha Soleira no estado de São Paulo.

Fonte: Ministério de Minas e Energia (2009).

A Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira envolveu um projeto de implantação de um núcleo urbano, necessário para abrigar os trabalhadores, visto que uma infraestrutura urbana era indispensável para o suprimento das necessidades de suas necessidades. O núcleo urbano se consolidou e diversos trabalhadores permaneceram no local.

A construção da hidrelétrica trouxe como benefícios econômicos, o aumento da capacidade energética do país e o desenvolvimento regional, como o ecoturismo, sobretudo nas praias artificiais consolidadas, pesca e abertura de canais hidroviários (Campos, Ferreira & Oliveira, 2018).

METODOLOGIA

Após a obtenção do PACUERA do Aproveitamento Hidrelétrico de Ilha Solteira, disponível no sítio eletrônico do IBAMA, o documento foi analisado segundo uma adaptação da “Lista de verificação para se analisar a inclusão da biodiversidade em Estudos de Impacto Ambiental”, elaborada por Mandai & Souza (2021).

Tal lista apresenta Categorias de análise referentes aos procedimentos presentes em EIAs/RIMAs, que foram adaptados a PACUERAs, sendo aplicados os indicadores de quatro Categorias da Lista, quais sejam: “Diagnóstico ambiental do meio biológico, em nível ecossistêmico e específico”, “Impactos ambientais”, “Compensação dos impactos ambientais” e “Monitoramento”. Os indicadores são apresentados na forma de perguntas.

Para cada indicador foi atribuído um conceito a partir do procedimento desenvolvido por Lee e Colley, conhecido como *Lee and Colley review package*, utilizado em inúmeros estudos de avaliações de EIA em termos mundiais. O método de Lee e Colley atribui notas que vão de A a F para cada critério em análise, com A apresentando a melhor conceituação e F a pior, conforme apresentado na Tabela 1.

Nota	Significado
A	Tarefa bem executada, nenhuma tarefa importante incompleta.
B	Geralmente satisfatório e completo, comporta somente omissões menores e poucos pontos inadequados.
C	Satisfatório ou aceitável, apesar de omissões ou pontos inadequados.
D	Contém partes satisfatórias, mas o conjunto é considerado insatisfatório devido a omissões importantes ou pontos inadequados.
E	Insatisfatório, omissões ou pontos inadequados significativos.
F	Muito insatisfatório, tarefas importantes desempenhadas de modo inadequado ou deixadas de lado.
N/A	Critério não aplicável.

Tabela 01 *Conceitos para avaliação de estudos de impacto ambiental e seus significados.*

Fonte: *Modificado de Sánchez (2006, p. 397).*

Para a obtenção da nota final do PACUERA, obteve-se a nota final como o produto da média aritmética do conjunto de critérios pontuados, do seguinte modo:

A < 5; **B < 4**; **C < 3**; **D < 2**; **E < 1** e **F = 0**

Assim como em Estudos de Impacto Ambiental, o PACUERA seria considerado adequado em termos de inclusão da biodiversidade, se apresentasse notas A, B ou C.

Na análise dos dados, optou-se por realizar as discussões dos resultados após ou durante a atribuição de notas a cada indicador, afim de facilitar a compreensão dos leitores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresenta-se em seguida as análises dos indicadores adaptados de Mandai e Souza (2021), para as categorias "Diagnóstico Ambiental", "Impactos Ambientais", "Compensação ambiental" e "Monitoramento", dispostos como perguntas sequenciais.

Categoria 01: Diagnóstico ambiental do meio biótico:

Indicador 1: O estudo identificou sua influência a áreas especialmente protegidas (e.g. APPs, Reservas Legais e Unidades de Conservação), com apresentação de mapa de localização do empreendimento em relação a essas áreas?

De acordo com o diagnóstico do PACUERA, foram identificadas Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao redor do reservatório, cujo estado de conservação não se encontra de acordo com a legislação. As APPs foram identificadas e mapeadas, indicando-se os locais com necessidade de restauração.

De acordo com o Código florestal de 1965 aplicado à época, a vegetação deveria se fazer presente em até 600 metros ao redor do reservatório, a partir da cota máxima do nível da água. A extensão da APP foi estabelecida, entretanto, de acordo com a Resolução CONAMA n° 302/02, que a define no caso de reservatórios artificiais. Por se encontrar em área rural, a APP foi definida em 100 metros de extensão ao longo do reservatório (cuja extensão foi aumentada por compromissos legais assumidos pela CESP em algumas localidades), excetuando-se na região que circunda o reservatório ocupada por usos recreacionais, denominada de "prainha", no município de Ilha Solteira (CESP, 2008).

Com relação às Unidades de Conservação presentes na área de influência do empreendimento, há as seguintes Unidades de Proteção Integral: Estação Ecológica de Paulo de Faria, situada no município de Paulo de Faria no Estado de São Paulo; Parque Nacional das Emas, distribuídos pelos municípios de Mineiros, Chapadão do Céu e parte de Costa Rica, nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e Parque Nacional da Serra da Canastra, que se localiza no município de São Roque de Minas no estado de Minas Gerais. Há uma descrição do local, com suas fitofisionomias e suas características, porém tais áreas não foram georrefenciadas no Plano.

No diagnóstico do PACUERA, não houve descrição sobre as Reservas Legais presentes no entorno do reservatório.

Em sua totalidade, o estudo apresentou algumas áreas especialmente protegidas, como Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente. Neste sentido, a nota do indicador é **B**, posto que o estudo foi satisfatório, apresentando poucos pontos inadequados, tais como a ausência de consideração da Reserva Legal e georreferenciamento das Unidades de Conservação.

Indicador 2: Há descrição da cobertura atual (fragmentos remanescentes) em relação ao estágio sucessional, estratificação, altura, diâmetro?

Na área de estudo há uma transição entre o Domínio da Mata Atlântica com o bioma cerrado, o qual abriga o principal polo de expansão da produção agropecuária do país, que acarreta na redução e fragmentação de sua cobertura vegetal, diminuindo a biodiversidade e aumentando a erosão dos solos e o assoreamento de mananciais. Estes dois biomas possuem zonas de contato entre si, ocorrendo áreas de transição. Na área de influência do reservatório da UHE Ilha Solteira predomina a transição entre Cerrado Arbóreo e Mata Atlântica (CESP, 2008).

Na região, há fragmentos desses biomas em matas ciliares, as quais atuam como barreiras físicas, reduzindo significativamente a possibilidade de aumento de sedimentos nos cursos d'água, trazendo benefícios diretos para o reservatório da Usina, seja na manutenção de seu volume, via controle do assoreamento, ou na conservação dos equipamentos de geração, minimizando a abrasão por sólidos suspensos na água (CESP, 2008).

A vegetação remanescente de transição entre cerrado (especificamente cerradão) e floresta estacional pode ser constatada pelo predomínio de espécies arbóreas de uma ou outra fisionomia vegetacional. Tais remanescentes se caracterizam por formações secundárias, degradadas e abertas, com dossel irregular. A fisionomia dominante é arbustiva-arbórea, dominada por espécies pioneiras (CESP, 2008).

As margens do reservatório estão praticamente destituídas de vegetação ciliar, em termos de qualidade ambiental. Na área de estudo está presente a floresta aluvial, que apresenta mata ciliar degradada e descontínua no estado de São Paulo, de forma geral (CESP, 2008).

Os remanescentes de transição entre floresta estacional e cerrado se constituem em grande parte por formações secundárias, degradadas e abertas, com dossel irregular.

Os fragmentos de floresta estacional semidecidual submontana mapeados encontram-se ao sul da área de estudo, próximos ao rio São José dos Dourados, mas podem ser encontrados próximos ao Rio Grande. Estes remanescentes têm grande importância, visto o estado de São Paulo ser o único a possuir este tipo de fitofisionomia, sendo o espaço territorial mais degradado, com menor cobertura vegetal natural e maior concentração de impactos, restando somente remanescentes secundários, alterados e muito abertos, sem dossel contínuo e nem estratificação, no qual há predomínio da fisionomia arbustivo-arbóreo, dominada por espécies pioneiras, com lianas finas e densas. A cobertura vegetal da floresta estacional é a menor dentre todas as vegetações naturais encontradas na área de estudo, contando com apenas 0,86 % do total (CESP, 2008).

A vegetação de mata ciliar é a segunda maior em área ocupada no local (2,46 %), encontrando-se presente ao norte da área de estudo, no rio Paranaíba, próxima à barragem de São Simão. Ainda como remanescente de vegetação natural, inclui-se a vegetação de capoeira, que é caracterizada por vegetação arbórea de porte baixo, baixa diversidade e sem estratificação definida. A vegetação de capoeira tem representatividade em comparação às outras vegetações naturais, correspondendo a 2,11 % do total (CESP, 2008).

Neste indicador de análise foram identificados no PACUERA dois quadros que contém informações sobre a floresta estacional semi-decidual aluvial, sendo que um deles apresenta espécies vegetais seletivas típicas de solo hidromórfico, que se encontram em florestas abertas, além que de uma lista com espécies presentes em solos altamente hidromórficos, com algumas espécies podendo apresentar hidrocoria (disseminação de sementes, frutos e esporos pela água). O outro quadro analisado indicou agrupamentos vegetais em áreas mais drenadas, com vegetação mais densa, onde ocorrem gregarismos de sapopemba e de figueiras, ocorrendo secundariamente outras espécies tolerantes a inundações periódicas. Nos dois quadros, as espécies vegetais são apresentadas citando-se a família, nome popular e nome específico (CESP, 2008).

Tendo em vista a presença de informações coesas e claras sobre descrição da cobertura atual (fragmentos remanescentes) e seu estado de estratificação, o indicador apresenta **A** como nota.

Indicador 3: Há uma amostragem florística (composição, riqueza, abundância e frequência)?

Conforme o PACUERA, como o período de coleta para o diagnóstico ambiental se deu em menos de um ano, não foi possível coletar material fértil de todas as espécies. Neste sentido, optou-se por realizá-la em dois fragmentos vegetais presentes na área de estudo: a Fazenda Cariama e a Nova Estrella. Os parâmetros fitossociológicos utilizados foram número de indivíduos, dominância relativa, densidade relativa e absoluta, frequência relativa e absoluta, índice de valor de importância, índice de valor de cobertura, área basal e volume.

A Fazenda Cariama é formada por cerradão, contando com vegetação ciliar que chega até as margens do rio, que resistem às inundações, não sendo substituídas por espécies típicas de floresta, como era de se esperar. Foram encontradas 91 espécies e 736 indivíduos com característica de cerradão, com as espécies mais importantes representadas por: *Diptychandra aurantiaca* (balsaminho), *Styrax ferrugineus* (limão-do-cerrado) e *Byrsonima coccolobifolia* (murici) (CESP, 2008).

Já na Fazenda Nova Estrella foram amostrados 764 indivíduos pertencentes a 74 espécies. Houve a presença de diversas espécies pioneiras, tais como: angico-branco, farinha-seca, monjoleiro, jameri (*Celtis iguanea*), mutambo *(Guazuma ulmifolia*) e candiúba *(Trema micrantha*) (CESP, 2008).

Neste sentido, atribui-se nota **C** ao indicador, tendo em vista que um maior número de locais de amostragem poderia elucidar de melhor forma as espécies vegetais existentes.

Indicador 4: Foram consideradas epífitas e lianas?

Na área em estudo foram identificadas 122 epífitas e lianas, que se apresentam em três estratos: um superior arbóreo (árvores de pequeno porte), um intermediário (arbustos de 1 a 3 m de altura) e outro inferior (gramíneas e subarbustos, pouco denso), presentes e abundantes também na floresta semidecidual. No entanto, em ambas fitofisionomias restaram somente remanescentes secundários, alterados e muito abertos, nos quais há predomínio da fisionomia arbustivo-arbóreo, dominada por espécies pioneiras, com lianas finas e densas (CESP, 2008).

Tendo em vista que foram contemplados estudos com epífitas e lianas no PACUERA, com descrição das espécies, pode-se atribuir uma nota **A** para este indicador.

Indicador 5: Quando pertinente, há referência/estudo às espécies ameaçadas de extinção, abordando seu status e ocorrência (inclusive com indicação em mapa)?

No PACUERA foram identificadas espécies da flora que se encontram ameaçadas de extinção ou quase ameaçadas de extinção.

Na floresta estacional semidecidual submontana, espécies dos gêneros *Campomanesia* sp. *e Eugenia* sp., além de *Apuleia leiocarpa* (garapa) estão ameaçadas de extinção. Já *Aspidosperma polyneuron* (peroba rosa), *Copaifera langsdorfii* (óleo-de-copaíba) e *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim) são inseridas na lista de espécies quase ameaçadas. Na floresta estacional semidecidual aluvial, algumas espécies do gênero *Nectandra* sp. encontram-se na lista de espécies ameaçadas e *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) é uma espécie quase ameaçada de extinção (CESP, 2008).

Nos campos de várzea, os gêneros *Mimosa* sp.*, Cordia* sp. e *Nectandra* sp. possuem espécies na lista de ameaçadas de extinção.

Em relação à fauna, foram mencionadas as principais famílias e espécies de aves presentes na região do reservatório de Ilha Solteira, bem como suas características, como habitat e hábito alimentar. Dentre estas, somente a jacutinga (*Pipile jacutinga*) encontra-se em perigo de extinção. No local há intensa pressão de caça para as aves, a qual visa não somente o uso na alimentação, mas também o comércio ilegal. Há descrição dos principais mamíferos que ocorrem na região de influência do reservatório, com descrição do nome comum, nome cientifico, habitat, alimentação e o *status* do animal em termos de risco de extinção (CESP, 2008).

O Plano apresentou a presença de listas de espécies ameaçadas de extinção na área em estudo, mas não houve seu georreferenciamento. Neste sentido, atribui-se nota **B** ao indicador.

Indicador 6. Quando pertinente, há referência/estudo às espécies exóticas e sua capacidade de dispersão?

No PACUERA há menção à ocorrência do mexilhão dourado, um molusco bivalve aquático nativo do sul da Ásia. O primeiro registro desta espécie na América do Sul foi no Rio da Prata, havendo a hipótese de que sua introdução não teria sido intencional, provavelmente proveniente das águas de lastro de embarcações, em localidades próximas aos portos de Porto Alegre, no sul do Brasil (Mansur et al., 2003).

Uma espécie vegetal exótica e invasora com ampla distribuição na região é a *Brachiaria* sp., com diversas espécies. Nas águas, há menção para o tucunaré.

Tendo em vista que o local sofreu intensas alterações e há elevada potencialidade de existência de outras espécies introduzidas nas águas e nos ambientes terrestres dos ecossistemas presentes, a nota para este indicador é **D**.

Indicador 7: Há um inventário sobre a variedade de espécies de animais vertebrados (composição, riqueza, abundância e frequência)?

Segundo Cesp (2008) a família Colubridae se apresenta na região por meio dos gêneros *Chironius* sp (8 espécies), *Clelia* sp (5 espécies), *Dipsas* sp (4 espécies), *Liophis* sp (cerca de 15 espécies), *Oxyrhopus* sp (5 espécies) e *Philodryas* sp (5 espécies). A família Elapidae é representada pelo gênero *Micrurus* sp em cerca de 9 espécies, todas peçonhentas e de hábitos fossoriais. A família Viperidae, formada por serpentes peçonhentas, está representada pelos gêneros *Bothrops* sp e nesse, as espécies *B. alternatus* e *B. moojeni*, assim como a espécie *Crotalus durissus* são as mais abundantes.

Os lagartos estão representados por 9 famílias: Amphisbaeniidae, Gekkonidae, Scincidae e Teiidae, sendo comuns as espécies *Tupinambis meriani, Ameiva ameiva, Mabuya spp, Tropidurus sp., Polychrus sp. e Hemidactylus sp.* A ordem Chelonia está representada pelos gêneros *Geochelone sp.*, de hábitos terrestres e *Phrinops sp*, de hábitos aquáticos. A ordem Crocodilia é representada por duas espécies na região: *Caiman latirostris* e *Paleosuchus palpebrosus*.

Em relação às aves, são encontradas espécies de campos abertos, cerrado, floresta estacional e aluviais. Nos campos de várzeas, encontram-se sítios de alimentação e reprodução de aves migratórias. No Plano, o seguinte aspecto é relatado quanto à este grupo:

> A formação do reservatório da UHE Ilha Solteira, por ser posterior ao processo de ocupação antrópica, não foi o fator causal dos impactos decorrentes da supressão e/ou fragmentação de habitats. Possivelmente sua formação foi agravante, principalmente com relação aos ambientes de várzeas e matas ciliares, cuja substituição pelo reservatório deve ter promovido restrição de habitats para as espécies estenoécias, causando um impacto pontual. Por outro lado, esse impacto, foi amenizado pela ausência de espécies endêmicas, e pela ocorrência de um grande número de espécies de grande valência ecológica e, até mesmo ruderais (aptas a sobreviver em ambientes intensamente perturbados, conforme ACIESP, 1997; citado em CESP, 2005). Além disso, a formação de amplas zonas litorâneas no reservatório possivelmente favoreceu espécies paludícolas como as pertencentes às famílias Ciconidae, Ardeidae e Anatidae. Importante salientar que, no caso de espécies migratórias, o impacto afeta também os locais de origem.
>
> (CESP, 2008, p.39)

Quanto à mastofauna, algumas espécies de mamíferos que ocorrem na área de influência do reservatório da usina hidrelétrica são *Chrysocion brachyurus* (lobo-guará), *Speothos venaticu* (cachorro-vinagres), onça-pintada, suçuarana, lontra, ariranha, tamanduá-bandeira, macaco-prego, bugio, cervo-do-pantanal, tatu-canastra, capivara, anta, dentre outros (CESP, 2008).

Os grupos animais apresentados em quadros do PACUERA provém de dados secundários, contrariamente à flora, cujos dados foram obtidos por meio de amostragem nas duas fazendas anteriormente citadas. Somente a composição dos animais se faz presente, sem informações sobre sua riqueza e abundância.

Apenas para peixes houveram informações primárias, como caracterização ictiológica e dinâmica populacional, realizada em quatro estações de amostragem (localizadas no rio São José dos Dourados, no córrego Cigano, à jusante do córrego Água Vermelha e à montante do reservatório de Ilha Solteira). As coletas no trecho do reservatório foram realizadas anualmente, no período de 2000 a 2007. Foram capturados 19.131 indivíduos, divididos em 56 espécies de peixes, distribuídas em quatro ordens e 16 famílias (CESP, 2008).

Ao atribuir a nota para este indicador, entende-se que não houveram informações atualizadas e primárias para compor este item do diagnóstico do meio biótico e, neste sentido, designou-se nota **E.**

Categoria 02: Impactos Ambientais ao meio biótico

***Indicador 1**:* Trata dos impactos associados à supressão de vegetação nativa?

Conforme as descrições do PACUERA, há informações com o mapeamento da cobertura vegetal que restou a partir das diversas ações antrópicas realizadas no local em estudo, mas sem o detalhamento a respeito de como o empreendimento em questão afetou a cobertura vegetal original.

Neste sentido, pode-se atribuir nota **D** a este indicador.

***Indicador 2**:* Há descrição dos efeitos que os impactos relacionados à fragmentação e perda de habitats naturais podem culminar (e.g. redução da riqueza de espécies, aumento do efeito de borda no fragmento, maior susceptibilidade à invasão de espécies pioneiras, invasoras e parasitas, afugentamento da fauna)?

A fragmentação é a divisão de habitats homogêneos que contém grandes populações animais e vegetais em fragmentos menores, resultando em populações menores (subpopulações). Atualmente, nossas paisagens estão sendo fragmentadas, apresentando áreas com poucos a nenhuma conectividade, dificultando o fluxo de espécies entre os fragmentos. Sem o fluxo gênico, há o isolamento dessas áreas e endemismo, fatores que levam à vulnerabilidade das espécies, comprometendo sua existência (Cain, Bowman & Hacker 2011).

A floresta estacional semidecidual submontana da área em estudo está restrita a poucos fragmentos, em que a distância entre estes dificulta a circulação dos animais e a troca de pólen entre vegetais da mesma espécie, o que resulta em processo acelerado de perda de espécies (CESP, 2008).

As áreas remanescentes de vegetação natural não apresentam indícios de recuperação ou ampliação, havendo raríssimos exemplos de estádios sucessionais de regeneração encontrados. A existência de poucos remanescentes dificulta a restauração natural de APPs (CESP, 2008).

No PACUERA, há a descrição dos efeitos ocasionados pela fragmentação, apontando para as dificuldades de restauração das áreas em questão, assim como de sua conectividade. Como não houve um aprofundamento neste sentido, sobretudo em termos das contribuições da construção do reservatório para o estado da cobertura vegetal na área de estudo, atribui-se nota **D** a este indicador.

***Indicador 3**:* Avaliação do grau de significância de cada impacto (e.g. fauna silvestre, cobertura vegetal, perda/alteração de habitat para fauna)?

Segundo Sánchez (2020), as alterações ambientais dependem de duas ordens de fatores: seu potencial, que vai determinar se a ação humana causa alterações importantes no ambiente e a capacidade que este possui em suportar as modificações.

Os impactos socioambientais ocasionados pelo empreendimento não foram classificados no PACUERA quanto ao seu grau de significância. Salienta-se que quando os impactos são citados, quase não se atribui sua existência pela construção da hidrelétrica, mas sim pelo conjunto de ações humanas que antecederam o empreendimento, como a agropecuária. No entanto, em razão da inexistência de estudos ambientais à época da instalação do empreendimento, é bastante difícil estabelecer uma relação causal entre aspectos e impactos ambientais dele derivados.

O que é descrito no documento é a falta de vegetação ciliar nas margens do reservatório e sua importância para a manutenção do empreendimento, além da fragmentação da vegetação, da presença do mexilhão dourado como espécie invasora e do estado de vulnerabilidade das espécies vegetais e animais encontradas (CESP, 2008).

A partir do conhecimento de que o histórico de ocupação do noroeste paulista apresenta uma simultaneidade com a construção das hidrelétricas de Jupiá, Três Irmãos e Ilha Solteira, há uma percepção diversa do PACUERA quanto à origem dos impactos ambientais presentes, posto que houve a supressão de vegetação em grande quantidade, barramento do rio Paraná para a construção do reservatório, movimentação de terra nas áreas de empréstimo e mesmo a construção de grandes povoamentos para o abrigo dos trabalhadores envolvidos. No caso deste, o que era abrigo provisório se tornou permanente, levando sua consolidação como o atual município de Ilha Solteira.

Ao apresentar os impactos que possam ter ocorrido em razão da construção da hidrelétrica, os relatos são de que se mostraram amenos, pela ausência de espécies endêmicas anteriormente ao empreendimento (sem apresentar dados a respeito) e pela ocorrência de um grande número de espécies de grande valência ecológica na região, que são capacitadas a sobreviver em ambientes intensamente perturbados. Assim a formação de amplas zonas litorâneas no reservatório possivelmente favoreceu espécies paludícolas, como as pertencentes às famílias Ciconidae, Ardeidae e Anatidae. Levantou-se que espécies migratórias podem ter sido afetadas pelo empreendimento, posto que os campos de várzea que foram alterados servem como sítio de alimentação e reprodução de aves migratórias (CESP, 2008).

Em relação a mastofauna, atribui-se que a causa de impactos sobre o grupo se deve à pressão de caça para algumas espécies, como porcos-do-mato, catetos e queixadas. No caso da queixada, que vem desaparecendo rapidamente, sua carne costuma ser consumida, podendo ocorrer tanto a caça para alimentação como para a comercialização. A onça-pintada (*Panthera onca*) e a onça-parda (*Puma concolor*) são espécies altamente atingidas pela caça, por serem considerados predadores de animais domésticos, ocasionando prejuízos aos rebanhos.

Outros animais que sofrem pressão de caça são a lontra e a ariranha, devido à pele de ambas as espécies serem estimadas comercialmente, além do tamanduá-bandeira, o macaco-prego, o cervo-do-pantanal, o tatu-canastra e a anta (CESP, 2008). No entanto, em nenhum momento, o PACUERA levanta como hipótese para a existência da caça e de agropecuária a construção do reservatório, que dada sua extensão, colaborou para a existência de diversas atividades antrópicas na região.

No Plano, entretanto, foram descritos impactos sobre a biodiversidade animal e vegetal no ambiente aquático, como proliferação de plantas aquáticas. Apontou-se que seu crescimento excessivo pode afetar os usos da água, como a recreação, irrigação, abastecimento de cidades e indústrias, navegação e geração de energia. Podem também diminuir a oxigenação das águas afetando os peixes e, consequentemente, aves e outros organismos que vivem na região. Além disso, trazem problemas à saúde pública, pois oferecem ambientes benéficos para o desenvolvimento de vetores de doenças (CESP, 2008).

No PACUERA não foram citadas a significância dos impactos, como mencionado, mas na percepção das pesquisadoras diversos impactos descritos no documento seriam desta forma classificados, como as pressões sobre a biodiversidade. No documento, apontou-se para a existência de espécies de *Brachiaria* sp. apenas no entorno do reservatório, porém não houve sua identificação em outras áreas, visto que essas espécies se disseminam com rapidez e facilidade, dificultando a regeneração natural de espécies nativas, o que seria um impacto significativo.

As espécies gênero *Brachiaria* sp. constituem vegetação clímax e apresentam peculiaridade para ultrapassar a pressão competitiva de outras espécies de plantas, especialmente as de porte arbóreo, se estabelecendo e formando bancos de colonização em outras formações vegetais. Tais características conferem alta capacidade de sobrevivência a estas plantas nos ambientes com elevado distúrbio (Rodrigues, 2010).

Como outra observação apontada pelas pesquisadoras, cabe a ausência da descrição de possíveis perdas de espécies da ictiofauna, posto que um local biodiverso não pode apresentar somente cinco espécies de peixes na mesma área, como descrito no Plano. Conforme o PACUERA, a introdução de espécies de peixes exóticas não derivou da construção e operação do reservatório, ao contrário do que a literatura apresenta. No levantamento das espécies de peixes, houve a presença do tucunaré, espécie nativa da bacia amazônica, mas que se distribui em corpos d'água em todo Brasil por conta de seu valor comercial e importância na pesca esportiva. Não se sabe quando a espécie foi introduzida no alto da Bacia do Paraná, porém o tucunaré atualmente é comum na bacia e colonizou com sucesso vários habitats (Fugi, 2008).

Tal fato não foi classificado no documento como um impacto significativo, mesmo sabendo-se que em reservatórios artificiais, principalmente onde há atividades de aquicultura e pesca legal ou ilegal em seus afluentes, há introdução de espécies invasoras que se tornam espécies predadoras superiores, trazendo impactos significativos, como perda de espécies nativas.

Segundo CESP (2008), no entorno do reservatório há um processo natural de sucessão nas duas fazendas amostradas, significando que houve o impacto significativo de retirada da vegetação. Como citado no documento, já havia desmatamento na região antes da construção da usina, e não havia espécies endêmicas na região, fato que não pode ser afirmado sem base em documentos que apresentem levantamento de espécies anteriores ao empreendimento.

Pelos motivos apresentados, de ausência de causa e efeitos de impactos do empreendimento em si e da ausência de sua classificação e da omissão de impactos que provavelmente existem, pode-se atribuir nota **D** ao indicador analisado.

Indicador 4: A conectividade ecológica foi considerada na avaliação dos impactos?

Segundo Silva et al. (2017), os grandes empreendimentos têm gerado intensas modificações nas paisagens, sendo obstáculos para a conservação da biodiversidade. A fragmentação de habitats decorrente da atividade antrópica em áreas naturais representa ameaça para a conservação da biodiversidade. A conectividade pode ser compreendida como a capacidade das unidades da paisagem em facilitarem os fluxos gênicos que dependem da proximidade dos elementos da área, da densidade de corredores e da permeabilidade da matriz externa, que pode ser composta por elementos que dificultam ou impedem a comunicação entre os elementos da flora e fauna que compõem a área.

No PACUERA não há uma análise sobre a conectividade entre fragmentos de vegetação presentes na região, citando-se somente que as matas ciliares a facilitam, por meio de corredores ecológicos. Devido a tais omissões, pode-se atribuir nota **D** ao indicador.

Indicador 5: São descritos os impactos a espécies raras, ameaçadas, importantes ecologicamente (e.g. guarda-chuva), endêmicas ou de interesse especial para a área?

No PACUERA, em relação aos animais, as principais ameaças para tais espécies são caça e captura para o tráfico de animais (no caso das aves). Os mamíferos sofrem com pressão de caça, como porcos do mato, catetos, queixadas, tamanduás, onças pintadas e onças pardas. Em termos de vegetação, notou-se a ocorrência de impactos nas espécies de estágios sucessionais mais avançados da região, posto que a predominância na região é de espécies pioneiras, com poucas secundárias (CESP, 2008). Deste modo, pode-se inferir que essa região está bastante alterada, com extinção provável de espécies endêmicas, raras e climáticas, que possuem importância ecossistêmica.

Tal indicador não se apresenta bem realizado, pois não se relaciona o empreendimento aos problemas encontrados sobre a biodiversidade. Deste modo, atribui-se nota **F**.

COMPENSAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Indicador 1: São detalhadas como serão implementadas as medidas de compensação em relação aos impactos negativos/positivos à biodiversidade (e.g. justificativa da escolha da medida; cronograma de implantação das medidas/especificar se é uma medida de curto, médio ou longo prazo; onde ocorrerá; quem será o responsável; como será colocada emprática)?

Foi apresentada como uma das medidas de compensação ambiental, a definição e recomposição vegetal da Área de Preservação Permanente do entorno do reservatório. Para sua definição, de acordo com CESP (2009), foram incorporadas condicionantes do licenciamento ambiental feito pelo IBAMA, além de compromissos assumidos em Termos

de Ajustamento de Conduta (TAC) e as áreas compromissadas das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) Fazenda Cisalpina e Foz do Aguapeí. Neste sentido, devido aos compromissos assumidos, a APP que, de acordo com a Resolução CONAMA n° 302/02 deveria abranger uma área de 100 metros (equivalente a 14.646 h), foi definida como de 65.681 ha, o que permitiu o acréscimo de 51.035 ha à área.

Como estratégias de manejo, foram selecionadas o reflorestamento nas áreas em que há predomínio de gramíneas e inexistência de mecanismos de regeneração. Para tanto, optou-se por reflorestar as áreas adjacentes ao reservatório, por meio do método de sucessão ecológica. Outro método foi o enriquecimento vegetal nos locais em que há árvores esparsas e em que a regeneração natural apresenta baixa diversidade específica. Foram propostas estratégias de regeneração nos locais em que há uma diversidade vegetal pela sucessão ecológica que está em curso e, por fim, a conservação dos ambientes já restaurados ou em restauração (CESP, 2008).

A APP foi georreferenciada, com a definição das estratégias de recomposição divididas em zonas, tais como: zona de reflorestamento, zona de enriquecimento vegetal, zona regeneração natural e zona de conservação.

Não foram apresentados o cronograma para a implantação das medidas em questão e a responsabilidade pelo Programa seria da CESP.

Quanto aos impactos sobre a fauna, o PACUERA apresenta como ação compensatória a manutenção do Centro de Conservação de Fauna Silvestre de Ilha Solteira (CCFIS), desenvolvido pela CESP em 1979 com o objetivo de abrigar os animais impactados pela criação do reservatório, como um mecanismo de conservação *ex situ* da biodiversidade. À época de elaboração do Plano, o CCFIS mantinha 230 animais da fauna silvestre regional e contava com uma área para visitação pública. Consta no documento a existência de um Centro de Recepção e Triagem no local, com o propósito de receber, fornecer tratamento, realizar a triagem e propor a destinação adequada de animais resgatados quando da criação do reservatório e apreendidos pelos órgãos de fiscalização ambiental (CESP, 2008).

Tal medida relacionada à fauna contém somente uma descrição de seu funcionamento, inexistindo estratégias para seu aprimoramento. O responsável pela manutenção do CCFIS à época era a CESP.

Em relação à ictiofauna, há o Programa de conservação de organismos aquáticos, que se restringe a uma proposta de monitoramento limnológico, ictiológico e pesqueiro. Além disto, há recomendação para a continuidade de um programa de estocagem de alevinos em desenvolvimento. No entanto, tais programas não apresentam cronogramas ou métodos descritivos para sua implementação.

Ainda neste aspecto, são apresentadas ações de salvamento de peixes que decorrem do ano de 1990, os quais possibilitam o salvamento e liberação de peixes à montante da barragem, notadamente durante a piracema. No Plano, há um quadro com resultados de salvamentos ocorridos entre os anos de 2004 a 2007 (CESP, 2008). No entanto, assim como para os demais programas de compensação ambiental definidos no PACUERA, não há cronograma, análise da eficácia das medidas propostas ou mesmo método de realização. Somente há sua descrição e o responsável pelas ações, no caso, a CESP.

Devido à ausência destas importantes informações para a compreensão da implementação das medidas, atribui-se nota **D** ao indicador.

MONITORAMENTO AMBIENTAL

O monitoramento é necessário para atividades de gestão ambiental e, dentre suas funções, é necessário para a confirmação ou não das previsões feitas nos estudos ambientais, verificando se o empreendimento atende condições aceitáveis (exigências legais, condições da licença ambiental e outros compromissos), além de alertar para a necessidade de ajustes e correções (Sánchez, 2020).

Indicador 1*:* São indicados os detalhes de como o monitoramento da biodiversidade será implementado (critérios, indicadores, responsabilidades pelo monitoramento e respectivos relatórios, cronograma de implantação das medidas com justificativa para os diferentes períodos de implementação)? Obs. os detalhes não precisam estar descritos extensivamente.

De acordo com CESP (2008), a legislação ambiental (Decreto-Lei 221 - 001/1977) exige do empreendedor responsável por barragens, a execução de um Programa de Conservação de Organismos Aquáticos. O programa deve ser subordinado ao IBAMA, a quem cabe determinar o sistema ou método a ser adotado, a amplitude e localização das instalações necessárias e aprovação de projetos de serviços e obras. Para o reservatório do AHE Ilha Solteira, recomenda-se o monitoramento limnológico, ictiológico e pesqueiro, com a apresentação de indicadores específicos.

O monitoramento deve ser permanente, executado pelo menos quatro vezes ao ano, observando os períodos chuvoso e seco, com exceção do monitoramento da produção pesqueira, que deve ser mensal. Algumas variáveis podem ser opcionais, em função dos objetivos do manejo (CESP, 2008).

Como há somente indicação de monitoramento limnológico, ictiológico e pesqueiro, com cronograma de quatro coletas anuais (no período chuvoso e seco), responsabilidade para sua execução (no momento de elaboração do PACUERA, a CESP), atribui-se nota **E** ao indicador, pela ausência de monitoramento de outros grupos de animais (aves, mamíferos, espécies exóticas) e da vegetação.

Indicador 2: São apresentadas as limitações do monitoramento da biodiversidade?

Em nenhum momento é citado quais são os limites do monitoramento da biodiversidade, razão pela qual se atribui nota **F** ao indicador.

Indicador 3: Há propostas de ajuste das medidas no caso de impactos adversos inesperados à biodiversidade (sistema de gestão dos impactos)?

Não há nenhuma proposta de ajuste de ações no caso de detecção de impactos adversos no PACUERA, mesmo com a proposta de monitoramento ictiológico e limnológico. Deste modo, não se compreende as razões para a existência do monitoramento proposto. Deste modo, atribui-se nota **F** ao indicador.

A partir da análise realizada a respeito dos indicadores ambientais aplicados da metodologia desenvolvida por Manda & Souza (2021), o PACUERA obteve **D** como nota final, significando que o documento é insatisfatório, com omissões e pontos inadequados significativos.

Por meio da análise realizada em cada um dos indicadores, observou-se que o diagnóstico do meio biótico foi a categoria de investigação melhor pontuada, pois houve um inventário das espécies da flora, mas que se mostraram restritos à duas localizações em uma área de estudo bastante abrangente, de âmbito regional.

As espécies da fauna não foram coletadas, com exceção da ictiofauna, utilizando-se somente informações secundárias que tratam das espécies já encontradas no local. A ausência de informações não permite que o diagnóstico do meio biótico apresente o estado de conservação da biodiversidade em termos de ecossistemas, comunidades, populações e espécies na área em estudo e, consequentemente, as demais etapas do Plano não podem ser realizadas a contendo.

As ações de compensação ambiental apenas apresentam aspectos exigíveis pela legislação ambiental, como a recuperação de APPs, conservação de espécies animais e salvamento de peixes, mas sem apresentar cronogramas de implementação. À exceção das estratégias designadas para a recuperação das APPs e sua localização em um mapa de zoneamento, nenhuma contou com métodos para sua implementação. Em comum à todos os programas já existentes e propostos, nenhum possui cronograma de acompanhamento e indicadores de eficácia, impossibilitando sua análise pelo órgão licenciador e pela população interessada.

O monitoramento ambiental foi proposto somente para o acompanhamento da ictiofauna, com sugestões de indicadores e quantidade de amostragens anuais. Não há qualquer informação quanto ao monitoramento da biodiversidade como um todo no PACUERA.

Em relação à aplicação dos indicadores propostos por Mandai & Souza (2021) referente à investigação de EIAs e RIMAs quanto à inclusão adequada da biodiversidade, procurou-se adaptá-lo ao PACUERA, estudo ambiental com propósito totalmente distinto, posto que necessário para a operação de usinas hidrelétricas no licenciamento ambiental.

Para tanto, somente os indicadores ambientais pertinentes a este tipo de estudo foram empregados da proposta original. Considera-se que os indicadores foram adequados para demonstrar a qualidade do PACUERA analisado e que sua utilização é importante para orientar órgãos licenciadores e população interessada quanto à qualidade destes estudos em geral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PACUERA do entorno do reservatório do AHE Ilha Solteira é um documento importante para a compreensão dos impactos à biodiversidade ocasionadas pelo empreendimento, assim como para o desenvolvimento de ações que sejam efetivas em sua compensação ambiental.

Os indicadores ambientais adaptados de Mandai & Souza (2021) permitiram avaliar a forma como a biodiversidade foi incluída neste documento e podem ser utilizados para a análise de outros PACUERAs e de comparação entre diversos destes Planos, visando identificar boas práticas e orientar os órgãos licenciadores e o público quanto à qualidade destes estudos em termos da adequada inclusão de aspectos relacionados à biodiversidade.

Considera-se esta investigação fundamental para que os impactos à biodiversidade advindos da construção de reservatórios para a construção de usinas hidrelétricas sejam manejados de forma adequada, posto que tais empreendimentos causam enormes danos à ictiofauna, levam à supressão de vegetação e à redução do volume da água à jusante, ocasionando à perda da estrutura e funções dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

Não obstante, o país possui compromissos para com a conservação da biodiversidade em todas as suas formas, consagradas na Constituição Federal de 1988 e em suas políticas ambientais, além daqueles presentes na Convenção da Diversidade Biológica. A biodiversidade possui valor intrínseco e antrópico, na medida em que é fonte de alimentos, possibilita a polinização e o controle de pragas agrícolas, fornece medicamentos, controla processos erosivos, o balanço de oxigênio e gás carbônico, o regime de chuvas e clima, é fonte de bem-estar, além de fornecer outros serviços ecossistêmicos indispensáveis à vida humana.

A análise do PACUERA do AHE de Ilha Solteira levou à constatação de que o documento não apresenta propostas adequadas e verificáveis para a compensação dos impactos negativos do empreendimento à biodiversidade, o que compromete seu propósito para o licenciamento ambiental. Os indicadores ambientais adaptados de Mandai & Souza (2021) podem contribuir para a revisão do PACUERA, quando solicitado pelo IBAMA. Considera-se que a aplicação destes indicadores se estenda quando da elaboração de PACUERAs de outros aproveitamentos hidrelétricos, de modo a contribuírem para a recuperação e conservação da biodiversidade.

REFERENCIAS

Artaxo, P. (2020). As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas**.** *Estudos Avançados***,** 34(100), 53-66, 2020. Retrieved from: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.005

Silva, A.R., Pereira, J.A.A., Barros, D.A., Nascimento, G.O. & Borges, L.A.C. (2017). Análise da conectividade estrutural frente as atividades econômicas na mata atlântica. *Revista de Ciências Agroambientais*, 15(1), 1-10. Retrieved from: https://doi.org/10.5327/rcaa.v15i1.1491

BRASIL. (1986). Resolução CONAMA No. 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial da União*, 17 de fevereiro de 1986.

IBAMA. (2015). *PAR. 02001.002222/2015-77 COHID/IBAMA*. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empreendimentos.php

Cain, M.L., Bowman, W.D. & Hacker, S.D. (2011). *Ecologia*. Artmed.

Campos, L.S., Ferreira, J.O. & Oliveira, B.L. (2018). Os impactos na construção de Usinas Hidrelétricas: um estudo de caso no Complexo de Urububungá. XXI Encontro Nacional de Geógrafos, Joao Pessoa, 01-11. http://www.eng2018.agb.org.br/resources/anais/8/1533672696_ARQUIVO_OsimpactosnaconstrucaodeusinashidreletricasumestudodecasonoComplexodeUrubupunga.pdf

CESP. (2008). *Plano de Conservação do Uso e do Entorno do Reservatório Artificial da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira*.

Fugi, R. (2008) Trophic interaction between na introduced (peacock bass) and a native (dogfish) piscivorous fish in a Neotropic impounded river. *Hidrobiologia*, 6007, 143-150. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/s10750-008-9384-2

Mandai, S.S; Souza, M.M.P. (2021). Guidelines for the analysis of the inclusion of biodiversity in Environmental Impact Statements. *Environmental Impact Assessment Review,* 87(106523), 1-17. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106523

Mansur, M.C.D., Santos, C.P.; Darrigran, G., Heydrich, I., Callil, C.T & Cardoso, F.R. (2003). Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, Limnoperna fortunei (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente1. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20(1), 01-10, 2003. Retrieved from: https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000100009

Mateus, L. H. (2013). O complexo urubupungá e sua influência nas cidades de Ilha Solteira, Pereira Barreto e Três Lagoas. *II Simpósio de Estudos Urbanos*, Presidente Prudente, 01-12. Retrieved from: http://www.fecilcam.br/anais/ii_seurb/documentos/lima-luiz-henrique-mateus.pdf.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2009). *Avaliação da Aplicabilidade do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial de empreendimentos hidrelétricos. PACUERA*: Apresentação de estudos de caso de PACUERAS – empreendimento implantado antes da Resolução CONAMA 302/2002.

Pereira, A. O. (2006). *Caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", SP. Retrieved from: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/98089

Raposo, A. A. (2020). *Delimitação das áreas de abrangência nos planos de conservação e uso do entorno de reservatórios artificiais de hidrelétricas no estado de minas gerais:* Critérios atuais e contribuições para sua efetividade. Monografia - Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Geociências, Belo Horizonte. Retrieved from: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34040

Rockström, J., Stefeen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F. et al. (2009). A safe operating environment for humanity. *Nature*, 461(24), 472–5. Retrieved from: https://doi.org/10.1038/461472a

Rodrigues, E. R. *Controle biológico de Brachiaria decumbens Stapf em área de reserva legal em processo de recuperação, na região do pontal no Paranapanema*, São Paulo, Brasil. (2010). Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro, SP. Retrieved from: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100639/rodrigues_er_dr_rcla.pdf?sequence=1

Sánchez, L.E. (2006). *Avaliação de Impacto Ambiental.* São Paulo: Oficina de Texto. 1ª. Edição.

Sánchez, L.E. (2020). *Avaliação de Impacto Ambiental.* São Paulo: Oficina de Texto. 3ª. Edição.

Scariot, A. (2019). Diagnóstico brasileiro de biodiversidade & serviços ecossistêmicos. São Carlos: Editora Cubo.

CAPÍTULO 8

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN IN VITRO DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE LOS EXTRACTOS ACUOSOS DE LAS SEMILLAS DE *Coffea arabica* L. Y *Persea americana* MILL, SOBRE *Salmonella typhi* AISLADA DE LOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC - UNSAAC. 2017

Data de aceite: 02/09/2024

Yanet Mendoza Muñoz
E.P. de Medicina Humana-. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú
https://orcid.org/0000-0002-3143-6187

Carla Susan Sánchez Chávez
E.P. de Ingeniería Química-UNSAAC, Perú
https://orcid.org/0000-0002-1068-531X

Gladys Susana Oblitas Zanabria
E.P. de Medicina Humana-. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

Clorinda Huaman Villegas
E.P. de Medicina Humana-. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

RESUMEN: Las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, son utilizadas en la medicina tradicional para procesos diarreicos, pero necesitaban ser investigados, por lo que se cuantificó in vitro su acción antibiótica contra *Salmonella typhi*, y se consideró aislar dichos microorganismos de los manipuladores de alimentos que trabajaban en los kioscos de la ciudad universitaria de Perayoc, porque muchos de los comensales referían tener problemas diarreicos. El **problema** de investigación fue: ¿Cuál es el efecto antisalmonelósico typhi de los extractos acuosos de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill?, el **objetivo** fue evaluar in vitro la actividad antisalmonelósica typhi de los extractos acuosos y etanolico-70% de las semillas de *Coffea arabica* L. y Persea *americana* Mill. **El tipo de diseño e**s cuasi-experimental, prospectivo y cuantitativo. Ámbito de estudio: Se trabajaron en todos los restaurantes y kioscos de la Ciudad universitaria de Perayoc que quisieron libremente participar. **Muestra**: para coprocultivos se trabajaron con 32 muestras. Se realizó la preparación de los extractos acuosos a diferentes concentraciones. Se utilizaron las técnicas microbiológicas in vitro según NCCLS (20), tanto para los coprocultivos como para los antibiogramas. Se **concluye** que: la prevalencia de *Salmonella typhi* fue de 60.42%. En el extracto etanólico del 70% de semillas de café y palta se determinó la presencia de esteroides y triterpenos, compuestos fenólicos y alcaloides (+++) y ausencia de Saponinas, flavonoides y taninos. Se confirma la hipótesis de trabajo

en cuanto a que los extractos acuosos y etanólico del 70% de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, presentan actividad intermedia in vitro sobre cepas de *Salmonella typhi* aislada de los manipuladores de alimentos de la Ciudad Universitaria de Perayoc - UNSAAC. Por los diámetros de los halos de inhibición de los extractos acuosos y etanólico del 70% se consideran a dichos extractos como agentes antibacterianos.
PALABRAS-CLAVE: Actividad – antibacteriana, extractos - semillas - *Coffea arabica* L. - *Persea americana* Mill, *Salmonella typhi*, manipuladores – alimentos.

RESULTS OF THE IN VITRO EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE AQUEOUS EXTRACTS OF THE SEEDS OF *Coffea arabica* L. AND *Persea Americana* MILL, ON *Salmonella typhi* ISOLATED FROM FOOD HANDLERS IN THE UNIVERSITY CITY OF PERAYOC - UNSAAC. 2017

ABSTRACT: The seeds of Coffea arabica L. and Persea americana Mill are used in traditional medicine for diarrheal processes, but they needed to be investigated, so their antibiotic action against Salmonella typhi was quantified in vitro, and it was considered to isolate said microorganisms from handlers of food who worked in the kiosks of the university city of Perayoc, because many of the diners reported having diarrheal problems. The research problem was: What is the antisalmonella typhi effect of the aqueous extracts of the seeds of Coffea arabica L. and Persea americana Mill? The objective was to evaluate in vitro the antisalmonella typhi activity of the aqueous extracts of the seeds of Coffea arabica L. and Persea americana Mill. The type of design is quasi- experimental, prospective and quantitative. Scope of study: All the restaurants and kiosks of the University City of Perayoc that wanted to participate freely were worked on. Sample: for stool cultures, 32 samples were used. The aqueous extracts were prepared at different concentrations. The latest in vitro microbiological techniques according to NCCLS (20) will be used, both for stool cultures and for antibiograms. It is concluded that: the prevalence of Salmonella typhi was 60.42%. In the ethanolic extract of 70% of coffee and avocado seeds, the presence of steroids and triterpenes, phenolic compounds and alkaloids (+++) and the absence of saponins, flavonoids and tannins were determined. The working hypothesis is confirmed which is that thee aqueous and ethanolic extracts of 70% of the seeds of Coffea arabica L. and Persea americana Mill, show intermediate in vitro activity on Salmonella typhi strains isolated from food handlers at the University City of Perayoc - UNSAAC. Due to the diameters of the inhibition halos of the aqueous and ethanolic extracts of 70%, these extracts are considered antibacterial agents.
KEYWORDS: Activity - antibacterial, extracts - seeds - Coffea arabica L. - Persea americana Mill, Salmonella typhi, handlers - food

INTRODUCCIÓN

“La tasa de mortalidad es considerada como un indicador relevante del estado de salud, no sólo de los menores de cinco años sino de la población en general” (1), “con 16 - 33 millones de casos estimados en el mundo, causando entre 500,000 y 600,000 muertes, la OMS identifica la fiebre tifoidea como un problema serio de salud pública “(2), “la presencia de Enterobacterias y en este caso de *Salmonella*, funciona como medidor epidemiológicos de salubridad e higiene poblacional” (3), considerando esta información, conocíamos que las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, son utilizadas en la medicina tradicional junto con las “panitelas” para procesos diarreicos, pero necesitaban ser estudiados; por esta razón la presente investigación cuantificó in vitro su acción antibiótica contra *Salmonella typhi*, y se consideró aislar dichos microorganismos de los manipuladores de alimentos que trabajaban en los kioscos de la ciudad universitaria de Perayoc, porque muchos de los comensales referían tener problemas diarreicos.

Todo esto reveló la importancia de realizar el estudio propuesto, cuyo **problema** de investigación fue: ¿Cuál es el efecto antisalmonelósico typhi de los extractos acuosos de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill? Y el **objetivo** fue evaluar in vitro la actividad antisalmonelósica typhi de los extractos acuosos de las semillas de *Coffea arabica* L. y Persea *americana* Mill y **la hipótesis** fue: Los extractos acuosos y etanólico al 70% de las semillas de *Coffea arabica* L. y Persea *americana* Mill presentan actividad antibacteriana in vitro sobre cepas de Salmonella *typhi* aislada de los manipuladores de alimentos de la Ciudad Universitaria de Perayoc – UNSAAC.

Justificación, la presente investigación está enmarcada en las “Políticas de estado y planes de gobierno 2016-2021. Acuerdo nacional, en el Objetivo II: equidad y justicia social. En la Política de Estado 13”. Entre los planteamientos coencidentes se tiene el “Promover la salud y prevenir las enfermedades en la población con inclusión de medicina tradicional” (4). Este estudio es una alternativa en base a productos naturales, aporte al conocimiento in vitro de la acción antisalmonelósica typhi de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill que aún no han sido probadas juntas contra *Salmonella typhi.*

MARCO TEÓRICO

De los antecedentes. Idris S., et al. Nigeria. 2009 (5), llevaron a cabo el “estudio de la actividad fitoquímica y antimicrobiana de fracciones del extracto de *P. americana,* las semillas son ricas en taninos, carotenoides y tocoferoles. La actividad antioxidante y el contenido fenólico de las semillas de aguacate eran del 70%. Ellos concluyen que la actividad exhibida por los extractos contra los aislamientos clínicos microbianos que están asociados con diversas enfermedades infecciosas, pueden proporcionar una justificación científica para usos etnomedicinales de la planta”.

Fardiaz S. 1995 (6) en su investigación "crecimiento de bacterias gram negativas *Escherichia coli, Salmonella typhi* y *Pseudomonas aeruginosa,* y bacterias gram positivas *Staphylococcus, Bacillus cereus, Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus lactis y Streptococcus faecalis,* fueron inhibidas por diferentes concentraciones de extracto de café". A su vez Daljit Singh A. et al. 2009 (7) en su trabajo "ensayo de susceptibilidad a antibióticos mediante un método de disco único estandarizado. Utilizando medio de agar nutriente. Cada experimento se repitió tres veces. Las bacterias con una zona clara de inhibición de más de 12 mm se consideraron sensibles. La igual efectividad de los extractos de té / café preparaciones justifica su potencial como agentes antibacterianos".

También Ogundare A. O. *et al*. 2014 (8), concluyeron que "las actividades antibacterianas de la corteza Extracto de *Persea americana* exhibió mucho mejor efecto antibacteriano en los aislados de prueba que el extracto de la hoja. Sin embargo, ambos extractos no tuvieron efecto inhibitorio sobre *Salmonella typhi* y *Escherichia coli"*

Asi mismo, Ana Amélia P. *et al* (9), dicen que "en la actividad antimicrobiana investigada por el método de difusión de disco se observó tanto en los extractos como en los compuestos químicos probados. El IC50 e IC90 para los compuestos determinados por el método de la placa de microtitulación indicaron que trigonelina, cafeína, son agentes antimicrobianos naturales potenciales contra *Salmonella enterica*. Las concentraciones de cafeína encontradas en los extractos de café son suficientes para garantizar el 50% del efecto antimicrobiano contra *S. enterica*, que es relevante para la seguridad humana".

De las Características de *Salmonella spp*, *"s*e ha secuenciado 4' 809,037 bp y el gen (CT18) de *S. typhi* es resistente a múltiples drogas (10). "Es una enterobacteria, de morfología bacilar y reacción Gram-negativa. Generalmente aerogénica. Aerobia y Anaerobia Facultativa. Fermenta la Glucosa (forman acido). No fermentan lactosa, no forman esporas (11, 12). "Es una enterobacteria, de morfología bacilar y reacción Gram-negativa. Hay más de 2,541 serotipos de Salmonella" (13). Los antígenos de salmonella, "los tres tipos de antígenos: somático O, flagelar H y capsular Vi, cuyas propiedades de aglutinación se emplean para diferenciar a más de 2,500 serotipos. Cada año se aumentan nuevos serotipos a la lista de Kauffmann–White (12, 14).

De las características *de"Coffea arabica L.* Familia *Rubiacea* – Café*" (*15). En cuanto a su "Etnobotánica y Antropología, esta planta es recomendada para el tratamiento de distintos padecimientos digestivos, respiratorios y nerviosos, principalmente. Entre los digestivos, destaca el empacho (inflamación de la mucosa gástrica, hinchazón e irritación de los pliegues, aumento del jugo gástrico y formación de moco gástrico, es el principio de gastritis)" (16). **De las características de *Persea americana Mill.*** Palta, "la palabra «palta» proviene del quechua, y es el nombre con el que se conoce a una etnia amerindia, los paltas habitaron en la provincia ecuatoriana de Loja y al norte de Perú. Probablemente esta sea la región descrita como la «provincia de Palta» por Inca Garcilaso de la Vega en su obra Comentarios Reales de los Incas de 1601" (17). "Usos tradicionales de la semilla.

Según el tratado sobre plantas medicinales del Perú de Mostacero y col. (2011), es muy eficaz en enterocolitis diarreicas; finalmente, refieren que existen estudios que demuestran las 32 propiedades antimicrobianas del extracto acuoso de la semilla contra bacterias Gram positivas y negativas, hongos y micobacterias" (18).

De los Mecanismo de acción de los antibióticos, "Las diversas regiones de ataque antibacteriano en general son consideradas la: pared bacteriana, membrana bacteriana, síntesis de proteínas, síntesis de ácidos nucleicos".
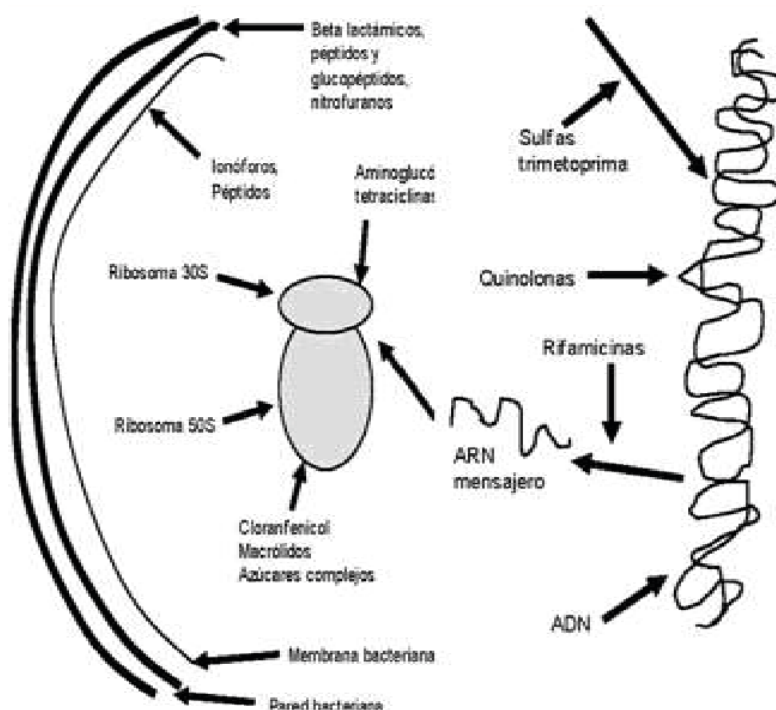
Fig. 1: Lugares de acción de los antimicrobianos más comunes dentro de la estructura microbiana (19).

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de investigación. En cuanto a su finalidad es aplicada. Según el tipo de diseño es cuasi-experimental. Según su prolongación en el tiempo: es prospectiva. Según el énfasis en la naturaleza de los datos es cuantitativa *Ámbito de estudio*: Se trabajaron en todos los restaurantes y kioscos de la Ciudad universitaria de Perayoc que quisieron libremente participar. Existen 14 kioscos que expenden desde frutas, sándwiches, refrescos, galletas, gaseosas, jugos y comidas y 05 restaurantes que expenden desayuno, almuerzo, cena y extras.

Muestra: para los coprocultivos se trabajaron con 32 muestras. Criterios de inclusión: Todas las edades. Ambos sexos. Todos los niveles de instrucción. Que trabajen en los restaurantes y kioscos de la ciudad universitaria de Perayoc-UNSAAC. Criterios de exclusión: Todas las personas que no quisieron colaborar en esta investigación. **Técnicas químicas**:

Preparación de los extractos acuosos de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill a diferentes concentraciones. Estudio de los principios activos antibacterianos de las semillas de *Coffea arabica* L. (café) y *Persea americana* Mill (palta).

Técnicas Microbiológicas in vitro según NCCLS (20):

Coprocultivos de las muestras de los manipuladores de alimentos de la de la C.U. de Perayoc - UNSAAC, para el aislamiento de *Salmonella typhi* se realizó la "utilización de cepas de *E. coli* ATCC 25922 para el control". Preparación de las placas de Petri con agar Müeller Hinton. Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad antimicrobiana. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria".

Instrumento, se utilizó una ficha para el registro de resultados de los coprocultivos por presencia o ausencia de *Salmonella typhi.* Es una ficha que ya se ha utilizado en los trabajos realizados junto con los alumnos durante 11 años de trabajo en el laboratorio de Microbiología Médica UNSAAC (21).

Procedimientos de laboratorio para el coprocultivo

El coprocultivo, es un cultivo primario de rutina, para el aislamiento de *Salmonella typhi* utilizado para la búsqueda de portadores asintomáticos. Medio diferencial: agar McConkey (22). Se utilizó el agar selectivo para **aislamiento y diferenciación de *Salmonella typhi*** - agar Bismuto sulfito según Wilson-Blair (Merck (22). Otro:

Suero fisiológico

"**Se procedió** a realizar la siembra en el agar McConkey, por estría y agotamiento en superficie, con la ayuda de un asa de siembra estéril, tomando una pequeña cantidad de inoculo de las heces, previamente diluidas en suero fisiológico, teniendo en cuenta la bioseguridad. Se incubaron por un periodo de 24 y 48 horas" (21, 22) Las muestras positivas presentaban colonias incoloras, transparentes y el agar McConkey se tornó amarillo (23), "fueron confirmadas en agar bismuto sulfito según Wilson-Blair donde se apreciaron el ojo de conejo o de pez característico de las colonias (centro negro borde claro)" (Merck (22). Luego se realizó un cepario con las condiciones de bioseguridad y esterilidad, para lo cual se utilizó tubos con tapa rosca con agar TSA.

Para las pruebas de "susceptibilidad se utilizó el método de difusión en disco que es una modificación de la técnica de Kirby y Bauer, que ha sido "cuidadosamente estandarizada" por el NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards), así como la concentración mínima inhibitoria (CMI), ambos proporcionan datos que pueden realmente predecir la efectividad *in vivo* del antibiótico en cuestión".

Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI). Se prepararon soluciones madre (100 mg mL-1) de cada extracto acuoso y etanólico 70%. Se prepararon 12 concentraciones del extracto acuoso y etanólico - 70%" (20).

Nº de Diluciones	Concentraciones en mg	Nº de Diluciones	Concentraciones en mg
1	11	7	70
2	20	8	80
3	30	9	90
4	40	10	100
5	50	11	125
6	60	12	150

Tabla 1. Preparación de concentraciones del extracto acuoso y etanólico - 70%

Fuente: Propia

Fig. 2: Obtención de concentraciones a partir de macerado de café y palta en alcohol de 70% Fuente: Propia

La Fig. 2: demuestra la preparación de los extractos acuosos de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill a diferentes concentraciones.

ANTIBIOGRAMAS

Para la determinación de la actividad antimicrobiana Se usó el **método de difusión de disco.** *S. typhi* se aisló en agar bismuto sulfito agar o Wilson Blair. Y E. coli en agar Mac Conkey. Los inóculos de ambas bacterias se suspendieron en 5 ml en el Caldo Müeller Hinton (MHB) y se incubó por 5 horas a 37 ºC, porque según la curva de crecimiento se observó que a partir de las tres a seis horas iniciaba la fase logarítmica la cual utilizamos para iniciar el antibiograma en ambas bacterias.

A las 5 horas se tenía una turbidez 0.5 según la escala de McFarland 0.5 (equivalente a 106 ufc/ml) (5, 8, 21). **Método de pozos excavados** para determinar la actividad antibacteriana. Se inocularon las placas de Müeller Hinton Agar (25 ml), se incubaron por 30 minutos y luego se realizaron tres pozos con ayuda de un tubo de Durham (estéril), de 5.9 mm de diámetro; donde se colocaron las diferentes concentraciones por triplicado, para lo cual se utilizó una micropipeta automática. Cada placa de Petri tuvo tres pocitas con la misma concentración por consiguiente se utilizaron 12 PP para *E. coli* y 12 PP para *S. typhi* además dos PP para los blancos con etanol 70% y agua destilada. Las placas se incubaron a 37 ºC durante 24 horas y se midieron los halos formados (21). Para los antibióticos: Se colocaron "un disco antibiótico de ampicilina, cloranfenicol, trimetoprima-Sulfametoxazol (cotrimoxazol), ácido nalidixico, ciprofloxacino, las placas se incubaron a 37ºC durante 24 h.

Todas las pruebas fueron realizadas por triplicado y la actividad antimicrobiana se expresó como el diámetro medio de la inhibición zonas (mm) producidas por los extractos de plantas” (5, 21).

RESULTADOS

	N° = 32	% = 100,00
EDAD*:		
Joven: 18 a 30 años	08	25,00
Adulto: 31 A 60 años	10	59,40
Adulto mayor: ≥ 61 a.	05	15,60
SEXO:		
Masculino	10	31,30
Femenino	22	68,70

Donde: * M. aritmética : 43,19 años/ D. estándar: 16.91 Fuente: Propia

Tabla 2: Distribución de los participantes que laboran en los restaurantes y kioscos de la C.U. de Perayoc – UNSAAC según grupo de edad y sexo

Resultado	Nº	%
No portador	**13**	**40.62**
Portador asintomático	**19**	**59.38**
TOTAL	**32**	**100,00**
Fuente: Propia		

Tabla 3: Resultados del coprocultivo de los participantes.

Nivel de confianza :	95%
Tamaño de población :	32
Tamaño de la muestra :	32
Positivos en la muestra :	19
Sensibilidad %:	95
Especificidad %:	95
PREVALENCIA REAL	**60.42%:**

Tabla. 4: Calculo de prevalencia

Fuente: Propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

CONSTANCIA DE ANÁLISIS

El que suscribe, Responsable del Laboratorio de Cromatografía de la Facultad De Ciencias de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, deja Constancia.

Que la Docente Yanet Mendoza Muñoz de la Facultad de Ciencias de la Salud Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ha presentado al laboratorio de Cromatografía una muestra denominado extractos: etanólico al 70% para el análisis fitoquímico, como parte de su proyecto de investigación FEDU 2017 "

El ensayo realizado al extracto consistió en reacciones de coloración y/o precipitación, en el que se evaluó la presencia o ausencia de metabolitos secundarios mediante la prueba para esteroides-triterpenos Lieberman Burchard, saponinas prueba de la espuma, taninos, prueba de la gelatina, compuestos fenólicos, prueba del FeCl3, flavonoides prueba de Shinoda, alcaloides prueba de Dragendorff.

Se expide la siguiente constancia a solicitud de las interesadas para los fines que vieran por conveniente.

Cusco, 14 de Septiembre del 2017

Fig. 3: Análisis fotoquímico cualitativo, rendimiento porcentual, porcentaje de humedad, realizado en el laboratorio de análisis de química –UNSAAC

Fuente: Propia

El Estudio de los principios activos antibacterianos de los granos de *Coffea arabica* L. (café) y *Persea americana* Mill (palta), se realizó en la Facultad de Ciencias. Laboratorio de Cromatografía y espectrometría – pabellón de control de calidad. El ensayo realizado al material vegetal consistió en reacciones de coloración y/o precipitación, en el que se evaluó la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en una muestra de extracto acuoso y etanólico - 70% de semillas de café y palta. Determinaron: **Presencia de**: esteroides y triterpenos, **compuestos fenólicos** y alcaloides (+++). **Ausentes:** Saponinas, flavonoides y taninos.

Nº de Diluciones	Concentraciones en mg	Extracto acuoso Halos de inhibición en mm		Extracto etanólico 70% Halos de inhibición en mm	
		E.coli	S. typhi	E.coli	S. typhi
1	11	12	15	18	15
2	20	13	14	18	16
3	30	13	15	20	16
4	40	13	15	20	19
5	50	14	16	20	22
6	60	14	16	21	22
7	70	14	16	22	23
8	80	14	16	22	23
9	90	15	16	22	23
10	100	15	16	23	24
11	125	15	17	23	25
12	150	15	17	24	28

Tabla 5: concentraciones / halos de inhibición en extractos acuosos y etanólico - 70%

Fuente: Propia

Antibióticos	BACTERIAS	
	E. coli ATC*C* 25922	*Salmonella typhi* aislada de manipuladores de alimentos UNSAAC
Ampicilina	resistente	intermedio
Cloranfenicol	intermedio	Sensible con un halo de 40 mm
Trimetoprima-Sulfametoxazol (Cotrimoxazol)	intermedio	Sensible con un halo de 43 mm
Acido Nalidixico	intermedio	Sensible con una halo de 40 mm
Ciprofloxacino	Sensible con un halo de 46 mm	Sensible con una halo de 49 mm

Cuadro 1: resultados de las pruebas de susceptibilidad de Salmonella typhi con antibióticos

Fuente: Propia

Fig. 3: Fotos de los halos de inhibición con antibióticos y con extractos de etanólicos de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill

Fuente: Propia

Extractos acuosos de las semillas de Coffea arabica L. y Persea americana Mill	
E.coli ATCC 25922	Salmonella typhi aislada de manipuladores de alimentos UNSAAC
CMI: 11 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 12 mm	CMI : 20 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 14 mm

Cuadro 2: Resultados de las pruebas de susceptibilidad de *Salmonella typhi* con extractos acuoso de café y palta por la técnica de Kirby Bauer CMI

Interpretación: 10 mg/ml indica potencia terapéutica.

Extractos etanólico del 70% de las semillas de Coffea arabica L. y Persea americana Mill	
E. coli ATCC 25922	Salmonella typhi aislada de manipuladores de alimentos UNSAAC
CMI: 05 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 17 mm	CMI : 05 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 19 mm

Cuadro 3: Resultados de las pruebas de susceptibilidad de *Salmonella typhi* con extractos etanolico - 70% de café y palta por la técnica de KIRBY BAUER CMI

Interpretación: 10 mg/ml indica potencia terapéutica.

DISCUSIÓN

Idris S., *et a*l (5) mencionaron que “la actividad antioxidante y **contenido fenólico** de las semillas de aguacate eran del 70 %” que concuerda con la presente investigación en que se determinó en las semillas de plata y café (extracto etanolico- 70%): la **presencia de compuestos fenólicos.** Se debe considerar que Idris S., (5), solo trabajo con Palta, mientras que nuestra investigación tiene el sinergismo de palta y café. Avalos y Perez-Urria (24) mencionaron que los “compuestos fenólicos presentan propiedades antidiarreicas, antibacterianas”*

En la presente investigación las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill (extracto etanolico-70%), también contenían entre los compuestos activos o metabolitos secundarios: **esteroides y triterpenos** y **alcaloides (+++).** Al respecto Avalos y Perez-Urria (24) dijeron que “Los alcaloides son agentes antibacterianos, antifúngicos y antivirales. Los triterpenoides y esteroides tienen actividad citotóxica, actividad antimicrobiana, anticonceptiva y antiinflamatoria.

Ana Amélia P. *et al* (9), aseveraron en su investigación que “existe actividad antimicrobiana in vitro en los extractos comerciales de café y compuestos químicos frente a nueve cepas de enterobacterias. Ellos aseveran que “La actividad antimicrobiana investigada por el método de difusión de disco se observó tanto en los extractos como en los compuestos químicos probados”, así también Daljit Singh et al (7), concluyeron que “Las bacterias con una zona clara de inhibición de más de 12 mm se consideraron sensibles”. Además que el “té, *Camellia sinensis* (L) O. Kuntze (Theaceae) **y café, *Coffea arabica* Linn (Rubiaceae**) poseen actividad antimicrobiana además de varias propiedades biológicas. La igual efectividad de los extractos de té / café preparaciones justifica su potencial como agentes antibacterianos”

Nuestra investigación es corroborada por el trabajo Fardiaz S. (6) quien menciono que “los extracto de 0 a 10 g de café por 100 ml inhibió el crecimiento de las bacterias Gram negativas como *Escherichia coli,* ***Salmonella typhi***”.

Por los resultados de las pruebas de susceptibilidad ensayados sabemos que los extractos acuoso y etanolico del 70% de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, tenían un efecto intermedio frente a *Salmonella typhi, porque e*l extracto acuoso a una CMI de 20 mg/ 100 μl, presento un halo de inhibición de 14 mm y el extracto etanólico del 70% a una CMI 05 mg/ 100 μl produjo un halo de inhibición de 19 mm. Ambos diámetros son menores que los hallados en los antibióticos considerados como punto de corte, como son el cloranfenicol con 40 mm, el cotrimoxazol 43 mm, el ácido nalidixico 40 mm y el ciprofloxacino 49 mm. Sin embargo cabe mencionar que Daljit Singh et al (7), quienes concluyeron que “Las bacterias con una zona clara de inhibición de más de 12 mm se consideraron sensibles”. Se sabe que 10 mg/ml indica potencia terapéutica; en consecuencia se recomendaría ser utilizados como ayudantes dentro de los tratamientos.

Por los resultados de las pruebas de susceptibilidad ensayos, sabemos que los extractos acuoso y etanolico del 70% de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill resultaron tener efecto intermedio frente a *Salmonella typhi.*

Ogundare y Oladejo (8), Indicaron que "El extracto de corteza de *Persea americana* y el extracto de la hoja, no tuvieron efecto inhibitorio sobre *Salmonella typhi* y *Escherichia* coli" lo cual es contrario a lo que en nuestro estudio hallamos, pero en nuestra investigación utilizamos las semillas de palta y café juntas.

CONCLUSIONES

Por los resultados de la presente investigación concluimos que:

- La prevalencia de *Salmonella typhi* en manipuladores de alimentos en la Ciudad Universitaria de Perayoc – UNSAAC - 2017 fue de 60.42% (con un nivel de confianza del 95%, de n= 32, con un nivel de sensibilidad y especificidad del 95%
- Se aisló *Salmonella typhi* del 59.38% de los manipuladores de alimentos en la Ciudad Universitaria de Perayoc – UNSAAC como portadores sanos.
- La media aritmética de la edad de los participantes fue 43.19 años con una Desviación Estándar de 16.91 y un predominio del sexo femenino del 68.70%
- En el extracto etanólico del 70% de semillas de café y palta se determinó la presencia de esteroides y triterpenos, compuestos fenólicos y alcaloides (+++) y ausencia de Saponinas, flavonoides y taninos.
- *Salmonella typhi* es intermedio a Ampicilina y sensible a Cloranfenicol, Trimetoprima-Sulfametoxazol (Cotrimoxazol), Acido Nalidixico y Ciprofloxacino.
- La CMI de los **extractos acuosos** de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, sobre *Salmonella typhi* aislada de los manipuladores de alimentos en la Ciudad Universitaria de Perayoc - UNSAAC fue de 20 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 14 mm y la CMI de los **extractos etanólico del 70%** fue de 05 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 19 mm.
- *Escherichia coli* ATCC 25922 utilizada como control de calidad, presentó una CMI de 11 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 12 mm, verificándose la confiabilidad de los resultados de la prueba de susceptibilidad de los **extractos acuosos** de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, contra *Salmonella typhi* aislada de los manipuladores de alimentos en la Ciudad Universitaria de Perayoc - UNSAAC
- *Escherichia coli* ATCC 25922 utilizada como control de calidad, presentó una CMI de 05 mg/ 100 μl con un halo de inhibición de 17 mm, verificándose la confiabilidad de los resultados de la prueba de susceptibilidad de los **extractos etanólico del 70%** de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, contra *Salmonella typhi* aislada de los manipuladores de alimentos en la Ciudad Universitaria de Perayoc - UNSAAC.

- Se confirma la hipótesis de trabajo, en cuanto a que los extractos acuosos y etanólico del 70% de las semillas de *Coffea arabica* L. y *Persea americana* Mill, presentan actividad intermedia in vitro sobre cepas de *Salmonella typhi* aislada de los manipuladores de alimentos de la Ciudad Universitaria de Perayoc - UNSAAC.
- Por los diámetros de los halos de inhibición de los extractos acuosos y etanólico del 70% se consideran a dichos extractos como agentes antibacterianos.

RECOMENDACIONES

- A los investigadores, determinar la actividad antioxidante por el método Brand-Williams (captación de radical DPPH), para revisar la actividad antioxidante y antibacteriana.
- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco normar la carnetización de los manipuladores de alimentos en forma semestral, que este a cargo del Centro Universitario de Salud. Y que las licitaciones a los cafetines las realicen sin fines de lucro y con fines de salud.
- A los Vice Rectores de la UNSAAC, realizar la normativa para la determinación de *Salmonella spp* en los tres estamentos de la UNSAAC para tener una línea de base y realizar el tratamiento en los portadores sanos y enfermos así colaborar en la cultura de higiene y sanidad.
- A los Estudiantes de Educación, Enfermería, Biologia, Farmacia y Bioquímica y Medicina realizar campañas conjuntas enseñando el lavado de manos.
- A los Centros de Salud considerar las investigaciones en plantas medicinales para ser incorporadas en el tratamiento de esta manera poder colaborar en la resistencia antibiótica que ya se sabe se ha extendido también a *Salmonella spp.*

REFERENCIAS

1. UNICEF.org, Estado mundial de la infancia 2008. Supervivencia infantil: la situación actual [sede Web]. UNICEF.org. diciembre de 2007 [Consultado mayo de 2011] Disponible en: http://www.unicef.org/spanish/sowc08/docs/sowc08-sp.pdf

2. Ferato.com. Salmonella. MEDGADGET. Revista digital de tecnología médica. El portal de la salud [sede Web]. USA. Edited and published by a group of MDs and biomed engineers. 2012. [Consultado en mayo 2012]. Disponible en: http://www.ferato.com/wiki/index.php/Fiebre_tifoidea.

3. Segura C. M. Familia Enterobacteriaceae [Internet] Prezi Inc. 2015. Disponible en: http://prezi.com/5m5wkggtvczw/familia-enterobacteriaceae/

4. Políticas de estado y planes de gobierno 2016-2021. Acuerdo nacional. Primera edición. 2016. [Internet]. [Consultado el 23 de diciembre del 2016]. Disponible en: http://acuerdonacional.pe/wp-content/uploads/2016/03/Politicas-de-Estado-y-Planes-de-Gobierno-2016_2021.pdf

5. Idris S., Ndukwe G.I. y Gimba C.E. Análisis fitoquímico preliminar y antimicrobiano actividad de extractos de semilla de *Persea americana* (aguacate). 2009. Nigeria. Universidad Ahmadu Bello. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 2 (1): 173 - 176. Bajopas Volumen 2 Número 1 de junio de 2009

6. Fardiaz S. Actividad antimicrobiana del extracto de café (*Coffea robusta*). ASEA Food J. 1995; 10:103–6. 1995. Disponible en: https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=53903b57d-4c11865188b4590&assetKey=AS%3A273543638519809%401442229296157

7. Daljit Singh Arora, Gurinder Jeet Kaur y Hardeep Kaur (2009) Actividad antibacteriana del té y el café: sus extractos y preparaciones, International Journal of Food Properties, 12:2, 286-294, DOI: 10.1080/10942910701675928 https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942910701675928?s-croll=top&needAccess=true

8. Ogundare A. O. and Oladejo B. O. Actividades antibacterianas de la hoja y la corteza Extracto de *Persea americana.* American Journal of Ethnomedicine, 2014, vol. 1, No. 1, 064-071. Departamento de Microbiología, Universidad Federal de Tecnología, P.M.B. 704, Akure, Nigeria. Disponible en línea en http://www.ajethno.com

9. Ana Amélia P. Almeida, Adriana Farah, Daniela A. M. Silva, Elzíria A. Nunan and M. Beatriz A. Glória. Antibacterial Activity of Coffee Extracts and Selected Coffee Chemical Compounds against Enterobacteria**.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006 *54* (23), 8738-8743. DOI: 10.1021/jf0617317

10. Parkhill J, Dougan G, James KD, Thomson NR, Pickard D, Wain J et al. Complete genome sequence of a multiple drug resistant Salmonella enteric serovar Typhi CT18. Complete genome sequence of a multiple drug resistant Salmonella enteric serovar Typhi CT18. [En línea]. 2001. [Consultado en Julio 2012]. Oct 25;413(6858):848-52. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11677608

11. Praveen RSW.,Riccardi DB. Seminar in Nucleic Acids-Spring 2004. [Monografia en línea]*. USA: Prof. Zubay 2004. ByR. Wayne EdwardsJanuary 1999. [consultado en enero 2012]. Disponible en: http://www.columbia.edu/cu/biology/courses/g4158/presentations/2004/Salmonella.ppt#325,35,Salmonella e*nteritidis* Humpty Dumpty.

12. Gutiérrez CADC.; Paasch MLH. y Calderón ANL. Salmonelosis y campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo. *Vet. Méx*. [En línea]. 2008. [consultado en junio n 2012];.1 (vol.39); pp. 81-90. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000100007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0301-5092.

13. Instituto Nacional De Salud - INS. Propuestas Para Desarrollar La Participación En La Red [sede Web]*. Perú: Red Pulsenet América Latina Perú - 2006. [Consultado en octubre del 2010] Disponible en: http://www.panalimentos.org/pulsenet/files/1220819354_Presentacion%20Peru%202005.ppt#312,1,-Diapositiva 1

14. Doran G., Delappe N., Hare CO., Corbett – Feeney G., Cormican M. *Salmonella typhimurium*-getting to the bottom of it. [Monografía en línea]*. Galway, Ireland: National Salmonella Reference Laboratory, Galway. National *Salmonella, Shigella& Listeria* Reference Laboratory (NSSLRL). Medical Microbiology dept., University Hospital Galway, 2011. [Consultado en febrero 2010]. Disponible en:http://www.nuigalway.ie/salmonella_lab/

15. Bryan, FL. Hazard analysis critical control point evaluations: a guide to identifying hazards and assessing risks associated with food preparation and storage. WHO Library Cataloguing in Publication Data. *Lithonia, GA, USA OPS.* [En línea].*1992* [Consultado en mayo 2012]. Typeset in India. Printed in England. 91 18764- MacmillanlClays-5000. ISBN 92 4 154433 3(NLM Classification: WA 695). Disponible en www.who.org

16. Biblioteca Digital De La Medicina Tradicional Mexicana. Atlas De Las Plantas De La Medicina Tradicional Mexicana. 2009. [Consultado en diciembre 2016]. Disponible en: http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7308

17. Wikipedia la enciclopedia libre. *Persea americana.* [Consultado en diciembre 2016]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Persea_americana

18. Rengifo Gratelli Pedro Gonzalo. Caracterización del aceite de la semilla de palta *Persea americana* Mill var. Hass fuerte y medición de su actividad antioxidante. Universidad nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Unidad de pos grado. Tesis.2014. Lima-Perú. . [Consultado en diciembre 2016]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3869/1/Rengifo_gp.pdf

19. Errecalde Jorge O. Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Incidencia del desarrollo de resistencia en la salud pública. 2004. Argentina. ONU. Roma, Disponible en: http://www.fao.org/docrep/007/y5468s/y5468s05.html

20. Cavalieri Stephen J., Harbeck Ronald J., McCarter Yvette S. , Ortez josé H.. Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana. ISBN 1-55581-347-X (soft cover). Editora Coordinadora Marie B. Coyle. Departments of Laboratory Medicine and Microbiology University of Washington Seattle, Washington 98195. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=22691&Itemid=1639&lang=en.(NCCLS)

21. Mendoza Y. Guía de prácticas de Microbiología médica. 2011- UNSAAC. Biblioteca de la Facultad de Medicina Humana. Revisada y autorizada por el Instituto de Investigaciones Médicas de la FMH

22. MERCK. Manual de medios de cultivo. DIN ISO 9100. REG.NR. 1751-01. 1994. Alemania.

23. Moraga M.R. Bacilos Gram negativos. Salmonella, Shiguella y Yersinia. [Monografía en línea]*. Chile. 2004. [En línea] Consultado en febrero del 2010. Disponible en: http://es.geocities.com/xeneize_chile_7/microbiologia/enterobacterias_2.ppt#282,3,Diapositiva 3]

24. Avalos A. y Perez-Urria E (2009). Metabolismo secundario de las plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología vegetal. 2 (3):119-145, 2009. ISSN: 1989-3620

JOSÉ WEVERTON ALMEIDA-BEZERRA: Graduado em Licenciatura plena em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA (2017), Especialista em Microbiologia, pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante FAVENI (2020), Mestre (2020) e Doutor (2023) em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Pernambuco - UFPE na linha de Botânica Aplicada e Etnobotânica. Atualmente, Pesquisador bolsista de Pós-doutorado do Departamento de Química Biológica (PPQB), pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Foi listado no ranking da *AD Scientific Index* (2024) como sendo um dos principais pesquisadores (25º lugar) da Universidade Regional do Cariri. Foi professor do curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri - URCA, Campus Missão Velha. Tendo sido responsável pelas disciplinas de Microbiologia, Parasitologia, TCC I, TCC II e Entomologia. Além disso, atuou como Docente do Núcleo de Ciências Biológicas do Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva da URCA. É membro do grupo de pesquisadores do Laboratório de Micologia Aplicada do Cariri - LMAC e do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LMBM, ambos da URCA. Tem experiência na investigação de atividades biológicas de produtos naturais e sintéticos frente a agentes etiológicos de doenças infecciosas e parasitárias. Além disso, é revisor *Ad hoc* de diversos periódicos, tais como Antibiotics-Basel (ISSN: 2079-6382; FI:5,222) e Applied Sciences (ISSN: 2076-3417; FI:2,835).

VIVIANE BEZERRA DA SILVA: Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri-URCA (2018) e Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI (2020). Especialista em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante - FAVENI (2020). Mestra em Diversidade Biológica e Recursos Naturais pela Universidade Regional do Cariri - URCA (2020) e atualmente doutoranda no programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Pernambuco - UFPE. Atualmente também está realizando o curso de Especialização em Ensino de Química e Biologia pela Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. Foi bolsista de Iniciação Científica fomentada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (2016 a 2018), atuando principalmente com o tema alelopatia. Atualmente, é membro do grupo de pesquisadores do Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica - LEAF da UFPE e bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Possui experiência em prospecção química e atividade bioherbicida de plantas do Cerrado e da Caatinga cearense e na investigação de atividades biológicas de produtos naturais.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

D

E

G

H

I

ÍNDICE REMISSIVO

L

M

N

P

R

S

T

UMA JORNADA
PELAS CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS 3

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2024

UMA JORNADA PELAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 3

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2024